النقش في الحجر

الجزء الثاني

في

علم الكيمياء

طبع في المطبعة الادبية في بيروت

سنة ١٨٨٦

طُبِع بالرخصة الرسميّة من نظارة المعارف
الجليلة في الاستانة العلية

نمرو ٨٣٤ تاريخ ١٠ ربيع الاول
سنة ٣٠٣

تقدمة

قدمتُ هذا الجزء من كُتَيّبي الى الشابّ الذكي البارع عزتلو السيد حسن ابن السيد عبد القادر ابن الحاج عبد الله بيهم وذلك ليس لان عملي هذا شيء يُذكَر فيشكَر بل اعتباراً لما بذلهُ جنابهُ من الجهد والعناء في خدمة المعارف واذاعتها بين الشبّان الشرقيين

بيروت في ٢٥ حزيران سنة ١٨٨٦ كرنيليوس فان ديك



النقش

مقدمة

(١) البسيط والمركَّب

الثوب المنسوج من الحرير وحدهُ او من الصوف وحدهُ او من القطن وحدهُ بسيط والمنسوج من القطن والصوف مركَّب او مختلط اي ما كان من صنفٍ واحدٍ سُمّيَ بسيطًا وما كان من صنفين سُمّيَ مركَّبًا والجسم الذي هو كلّهُ من صنفٍ واحدٍ سُمّيَ بسيطًا او عنصرًا مثل الحديد والذهب والفضة والكبريت . فقطعة الحديد كلها حديد وقطعة الذهب كلها ذهب الخ . والجسم الذي ليس كلّهُ من صنفٍ واحدٍ سُمّيَ مركَّبًا مثل الطباشير فانهُ مركَّب من ثلاثة اصناف والجبس مركَّب من ثلاثة اصناف والماء مركَّب من صنفين والنحاس الاصفر مركَّب من صنفين

ومعنى البسيط في علم الكيميا ليس هو الحكم الجازم بان ما سُمّيَ بسيطًا هو كلهُ صنف واحد لامحالة بل انهُ الى الآن لم

يقدر احدٌ ان يبيّن فيهِ غير الصنف الواحد فكل مادّة لم يستطع احدٌ ان يحلّها سُمّيت بسيطة او عنصرًا مع انهُ قد يمكن في المستقبل ان يكشف احدهم واسطة لحلّ ما عُدَّ اليوم عنصرًا بسيطًا. كما جرى في الماضي وذلك ان القدماء حسبوا الهواء عنصرًا والماء كذلك والان عرفنا ان الهواء مزيج مؤلَّف من مادّتين وان الماء مركَّب مؤلَّف من مادّتين وقد وقفتَ على الفرق بين المزج والتركيب في الجزء الاول عدد ٥٨ و ٦١ فاذا قلنا ان الحديد والذهب والفضة والفصفور واليود الخ عناصر بسيطة نعني انهُ الى الآن لم يتمكن احدٌ من حل احدى هذه المواد الى مادتين او اكثر كما حلوا الهواء والماء والكلس والجبس الخ. وربما يستدلّ احد العلماء في المستقبل على طريقة لحلّ المواد المعدودة الآن بسيطة فيبرهن انها مركّبة ولكن حتى يقع ذلك نلتزم ان نعدّها عناصر

ولنا دلائل على ان بعض المواد المعدودة بسيطة لكونها لم تُحَلّ بواسطة معروفة هي بالحقيقة محلولة في الشمس من شدة الحرارة الفائقة الوصف وسوف نقف على ذلك عند الكلام بالسبكتروسكوب في الطبيعيات ان شاء الله

(٣) العناصر المعروفة اليوم عند علماء الكيميا او بالاحرى المواد المعدودة عندهم عناصر بسيطة هي نحو ٦٧ مادة منها جوامد مثل الحديد والرصاص والفصفور الخ ومنها مائعات او سائلات

مثل الزئبق ومنها غازات مثل الاكسجين والهيدروجين الخ وقد وقفتَ على الفرق بين المائع والغاز في الجزء الاول عدد ١٤

(٣) من قصد تشعيل النار ينفخ فيها اما من فمهِ واما بمنفاخ كما يفعل الحدّاد والمبيّض او بالمروحة كما يفعل الطبّاخ واذا قصد ان يطفئ النار يطمها حتى يقطع عنها الهواء او يسكب عليها ماء. واذا قصد احد ان يربي شجرة يسمّدها ويسقيها. فلماذا تشعل النار بنفخ الهواء عليها ولماذا تنطفئ اذا قُطع عنها الهواء وما هو الموجود في الماء وفي التراب الذي ينمّي الشجرة وما هي المواد النافعة التي تُستخرَج من الارض وعلى اية الاوجه تكون نافعة او ضارّة فكل هذه الامور من متعلقات علم الكيميا

(٤) مَن اراد ان يتعلّم شيئًا عن الامور الطبيعيّة اي عن العالم الذي نحن فيهِ وظواهرهِ فلهُ طريقتان وهما الملاحظة والامتحان وقد سبقت الاشارة الى ذلك في الجزء الاول عدد ١٥ واذا حصرتَ مادّة من المواد الطبيعيّة واجريتَ فيها اعمالاً او اجريت عملاً بدون حصر المادة سُمّي ذلك تجربةً او امتحانًا وكل حقائق العلوم مبنيّة على التجربة والامتحان وما يستنتج منها

(٥) ان القدماء عدُّوا العناصر البسيطة اربعةً وهي النار والهواء والماء والتراب وقد تحقق ان لاشيء من هذه الاربعة عنصرٌ اما النار فهي الظواهر الحادثة من اتحاد مادّة مع مادة اخرى مع الاحتراق واما الهواء فمزيج موَّلف من مادتين واما

الماء فمركّب من مادتَين واما التراب ففيها مواد كثيرة بين بسيط ومركّب . ولكنهُ يوافقنا لغرضنا الآن ان نمعن النظر الى هذه الاشياء لنرى ما تفيدنا من جهتها الملاحظة والتجربة والتعقُّل . ومن اول الامور التي نستفيدها ان التراب او الارض التي نحن قائمون عليها هي جامد والماء الذي يكتنفها مائع او سائل والهواء الذي يحيط بها غاز وقبل النظر الى الهواء والماء والتراب كل مادة على حدتها ينبغي ان ننظر قليلاً الى تلك الظواهر التي سماها القدماء نارًا ويسميها العلماء الان احتراقًا

الفصل الاول

في النار وبعض نتائج الاحتراق

(٦) الحطب الذي نوقدهُ يصعد عنهُ دخان ويذهب في الهواءِ ويبقى رماد والزيت الذي في السراج تمصهُ الفتيلة شيئاً فشيئاً فيحترق وبالظاهر لا يبقى منهُ شيء والشمع في الشموع المضيئة يذوب ويحترق ولا يبقى غير رماد الفتيلة فبالظاهر تلاشى بعض الحطب وكل الزيت وكل الشمع. اما التعقُّل فيدلنا على ان الاختفاء عن النظر ليس برهاناً على التلاشي فالطير الذي يطير فوق رؤُوسنا ثم يختفي عن البصر بعداً او علوًّا لا نحكم بانهُ تلاشى والسكر الذي نذوّبهُ في الشراب يختفي عن النظر ولكننا لا نقول انهُ تلاشى واذ يعسر علينا جمع كل الدخان والبخار الصاعد عن وقيد الحطب وعن السراج فلنمتحن امر الشمعة ولنحتَل على حصر ما يصعد عن لهيب الشمعة لعلنا نستدلُّ على ما يتحوَّل اليهِ الشمع بعد احتراقهِ او باحتراقهِ

(٧) واستعداداً لهذا العمل وغيرهِ من الامتحانات التي نجريها لنصنع اولاً ورق اللتموس

العملية الاولى. خذ من الصيدلي درهم لتموس واضف اليهِ اربعة دراهم ماء واغمس في المذوَّب الازرق اللون قطع قرطاس

نشاش ثم بعد ما تجف احفظها في محل مظلم . ثم اعصر بعض النقط من عصير الليمون في كوبة ماء وخذ قطعة صغيرة من ورق اللتموس الازرق واغمسها في الكوبة المشار اليها فترى اللون الازرق يتحول احمر واذا امتحنت ذلك مع اي حامض كان تراهُ يحوّل ورق اللتموس الازرق الى احمر

ثم ضع قليلاً من الرماد في كوبة ماء وبعد ما يصفى اغمس الورق الذي تحوّل احمر في الماء الذي وضعتهُ على الرماد فتراه يعود ازرق . واذا فعلت ذلك بماء ذُوِّب فيهِ قليل من القلي المستعمل في طبخ الصابون تراهُ ايضًا يعيد اللون الازرق لورق اللتموس المحوّل احمرَ بالحامض فمن جهة فعلهما بورق اللتموس الحامض والقلي ضدين اي الواحد يعكس ما فعله الآخر وبهذه الحيلة لنا واسطة لامتحان أيّة مادة كانت هل هي حامضة او قلويّة

العملية الثانية . ركّب شمعة على طرف شريط معكوف كما في الشكل الاول واضئها وادخلها وهي مضيئَة في قنينة ذات فوهة ضيقة فترى انهُ يضعف نورها بالتدريج واخيرًا تنطفئ الشمعة ثم اذا أُضيئت ثانيةً وأُدخلت في القنينة تنطفئ حالاً

تنبيه . اذا كان فم القنينة واسعًا يجب تغطيتهُ بقطعة قرطاس او كرتون

شكل ١

الامر ظاهر ان الهواء في القنينة تغيّر بعض صفاته لانهُ في اول الامر كانت الشمعة تشعل فيهِ مدةً واخيرًا اطفأ نورها حالاً . ولكي نمتحن ماهيّة التغير الحاصل لندخل الى القنينة قطعة من اللتموس بعد بلّها بماء صافٍ فترى ان اللون الازرق يتحوّل احمر فالامر ظاهر ان في القنينة حامضًا وان ذلك الحامض على هيئة غاز غير منظور . ثم ضع قطعة كلس كاوٍ في قنينة اخرى وصبَّ عليها ماء وخض الجميع ثم اترك القنينة على هدو فعن قليل يرسب ما لم يذُب من الكلس والماء الصافي هو ما سُمّي ماء الكلس . ضع قليلاً من ماء الكلس الصافي في قنينة لم تُشعَل فيها شمعة تراهُ لا يتغير بل يبقى صافيًا ثم ضع قليلاً منهُ في القنينة التي أُشعلت فيها الشمعة فتراهُ بالحال يتعكر ويبيض مثل اللبن واذا تركتهُ ترسب المادة العكرة فتجدهُ طباشير وهو موءلَّف من الحامض الكربونيك والكلس . والحامض الكربونيك غاز شفاف مثل الهواء لا يُرى اذا كان وحدهُ ولكنهُ يطفيء اللهيب والنار ويعكر ماء الكلس الصافي ويحمّر اللتموس

اذا اخذت صحنًا ابيض صينيًا وجعلتهُ في لهيب الشمعة قليلاً يجمع عليهِ الكتَن اي الشحّار وهو كربون اي فحم فالامر ظاهر ان بعض شمع الشمعة طار على هيئة دخان الذي هو الشحّار في حالة الغبرة الناعمة جدًا وبعضهُ تحوّل الى حامض كربونيك اي بعض كربون الشمع موجود في هذا الحامض الغازي الذي يطفيء

(٨) فضلاً عن الكربون الذي طار على هيئة غبرة وعن الحامض الكربونيك المكوّن من احتراق الشمعة يتولد من ذلك الاحتراق بخار الماء ايضاً

قد تقدم في الجزء الاستفتاحي ان البخار الذي يتحوّل اليهِ الماء بالحرارة غاز غير ظاهر للنظر وعند خروجه من بلبلة الابريق لا يُرَى حتى يصيبهُ الهواء البارد فيتحوّل الى ضباب ظاهر بتكاثفهِ وإن البخار في انبوبة زجاج متصلة بداخل خلقينة آلة بخارية لا يُرَى (انظر الجزء الاول عدد ٢٨) وهو من هذا القبيل مثل الهواء الكروي ومثل الحامض الكربونيك الذي تولّد داخل القنينة من احتراق الشمعة وكما ان البخار الخارج من بلبلة الابريق يتحوّل الى نقط ماء صغار عند ما يمسهُ الهواء البارد فعلى هذا النسق نفسهِ اذا تكوّن بخار الماء من احتراق الشمعة فلا بد من احالتهِ ماء اذا مسّهُ الهواء البارد ولنبرهن ذلك بهذه العمليّة

العملية الثالثة. خذ كوبة زجاجية نظيفة باردة واقلبها فوق لهيب الشمعة كما في الشكل الثاني فترى مثل غشاء يجتمع على سطح الكوبة الداخلي وهو مكوّن من ذرّات ضباب الماء المتجمعة على جدار الكوبة البارد وعن قليل تتحد تلك الذرات بعضها ببعض بالجاذبيّة

شكل ٢

(انظر الجزء الاستفتاحي عدد ٣٢ الخ) فتظهر لك نقط الماء المكوَّن باحتراق الشمعة ولو دبّرت حيلةً منعت الكوبة عن الاحتماء بلهيب الشمعة حتى تبقى باردة لجمعت قدح ماءٍ في برهة ليست طويلة والماء المجموع على هذه الكيفية صافٍ نقيٌّ مثل ماء المطر غير ان طعمهُ يخالطهُ طعام الشحار

فاذا راجعنا ما نبرهن من جهة احتراق شمعة بواسطة الاعمال التي عملناها والامتحانات التي اجريناها نجد اننا استفدنا اربع حقائق

الاولى انهُ اذا وُضعت شمعة مضيئة في قنينة مقطوعة عن تجديد الهواء تنطفئ

الثانية انهُ يتولد في القنينة باحتراق الشمعة غازٌ حامضٌ شفَّاف غير منظور سُمّي الحامض الكربونيك

الثالثة ان هذا الحامض الكربونيك انما تولَّد من الكربون اي الشحار اي الفحم الموجود في الشمع

الرابعة انهُ في احتراق الشمعة يتولد ماءٌ ايضاً

اما الامر الكلي الذي استفدناهُ من هذه الاعمال ونتائجها فهو انهُ لم يتلاشَ من الشمع شيءٌ ولكنهُ تغيرت هيئتهُ فقط وتحوَّل من هيئة الشمع الى هيئة الحامض الكربونيك والماء . وهذا التغيير الكلي في هيئة المواد سُمّي تغييرًا كيماويًا ولا سبيل لاحد ان يعلم قبل التجربة ما هي التغييرات التي تصيب المواد فما من احد

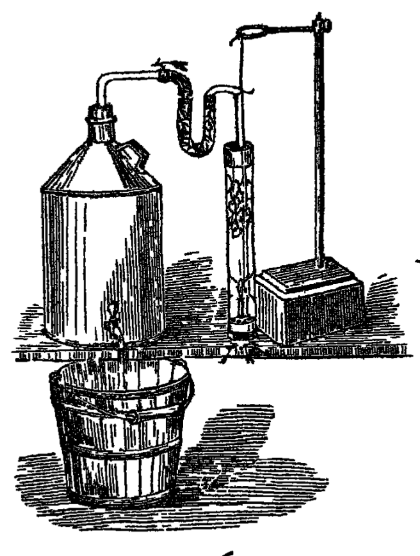
كان لهُ ان ينبئ قبل الامتحان بان الشمع يتحوَّل بالاحتراق الى مادَّتين بعيدتين منهُ في الهيئة والخصائص ولم يتحقق ذلك الأَّ بالامتحان المجري بكل حرص وتدقيق ومن هذا السبب سمي علم الكيميا علمًا امتحانيًّا او تجريبيًّا

الفصل الثاني

في ان النار او الاحتراق لايلاشي شيئًا .

(٩) تقدم في الجزء الاستفتاحي عدد ٥٧ ان المواد البسيطة لاتتلاشى ولا تزيد ولا تنقص عددًا في الطبيعة وعلينا الان البرهان بانهُ لايتلاشى شيءٌ بالاحتراق فاذا قدرنا على البرهان بانهُ لم يتلاشَ شيءٌ باحتراق الشمعة نستنتج انهُ لايتلاشى شيءٌ باي نوع كان من الاحتراق حتى ولا باحتراق قناطير من الحطب والفحم التي نحرقها كل سنة في بيوتنا وكراخيننا ولا يبقى منها سواء رماد قليل بالنسبة الى ما احترق ولاجل اتمام هذا الغرض يقتضي ان نحتال على جمع كل ما يتولد من الاحتراق

العملية الرابعة . خذ انبوبة زجاجية عكفاء على هذه الهيئة ⊔ وضع فيها صودا كاويًا واوصل طرفًا منها بانبوبة اخرى



مسدود اسفلها بفلينة مثقوبة عدة ثقب كما في الشكل الثالث واركز الشمعة في احدى ثقوب الفلينة وزن الكل بميزان دقيق ضابط ثم اوصل طرف الانبوبة

شكل ٣

العكفاء بوعاء ملآن ماء لهُ حنفيَّة من اسفلهِ لاجل تفريغ الماء فاذا انفتحت الحنفيَّة وجرى الماء من الوعاء يجري الهواء في الثقوب المشار اليها مارًّا على الشمعة وعلى الصودا لكي يملأَ الخلاء الحاصل في الوعاء من جريان الماء منهُ ثم اضيء الشمعة وادخلها في الانبوبة وافتح الحنفيَّة وبعد ما يجري الماء مدة سدّ الحنفية فتنطفئ الشمعة سريعًا ثم زن الانبوبتين ايضًا بما فيهما فتجد الوزن قد زاد عما كان في المرة الاولى مع ان الشمعة قد ذهب اكثرها .

والتعليل عن ذلك ان الصودا الكاوي أمسك الحامض الكربونيك وبخار الماء الذي تولّد من احتراق الشمعة كما راينا في العملية الثالثة فان لم يتكوّن شيء غير ذلك او لم يفلت شيء يقتضي ان يبقى الوزن على ما كان لا زائدًا ولا ناقصًا والحال انهُ قد زاد فلا بد من شيء أُضيف الى الكربون وبخار الماء والمضاف الذي باضافتهِ زاد الوزن هو غاز الاكسجين وهو جزء من الهواء الكروي وعند احتراق الشمعة تركَّب اكسجين الهواء مع كربون الشمع فتولد الحامض الكربونيك وهو نتيجة ذلك التركيب الكيمياوي. ولو وزنّا الهواء الذي مرَّ على الشمعة قبل الاحتراق ثم بعد الاحتراق لوجدنا انهُ خسر من وزنهِ نفس المقدار الذي كسبتهُ الانبوبتان وما فيهما

(١٠) قد ثبت من هذه العملية ثلاثة امور الاول ان اجزاء الشمعة مدَّة الاحتراق تتحد مع اكسجين الهواء وتتركب معهُ كيمياويًا وينتج من ذلك مركَّب جديد اي الحامض الكربونيك. والثاني انهُ في احتراق الشمعة لم يتلاشَ شيء من المواد التي تركبت منها. وسوف نتعلم من هذين الامرين اكثر فاكثر كلما تقدمنا في الفحص الكيمياوي والملاحظة. والثالث ان النار التي حسبها الاقدمون واحدًا من العناصر الاربعة عندهم انما هو نتيجة تركيب كيمياوي وسوف ترى انهُ لا يمكن ان يحدث تركيب كيمياوي بدون ان ترافقهُ حرارة كما رأيت ان تركيب اكسجين

الهواء مع كربون الشمع احدث حرارةً فشعلت الشمعة واحترقت
موادها اي تغيّرت هيئتها ولم يتلاشَ منها اقل شيء وكما تقدم
الكلام في الجزء الاستفتاحي عدد ٧و٥٧ لا يستطيع الانسان
ان يوجد مادة جديدة ولا ان يلاشي مادة موجودة ولكنهُ يستطيع
ان يغيّر هيئاتها على طرقٍ كثيرة

(١١) لاجل ايضاح ما ذكرناهُ انفًا ان التركيب الكيماوي
يُحدِث حرارةً فلنجرِ ثلاث عمليات

العملية الخامسة. خذ من الصيدلي اربعة دراهم حامض
كبريتيك ثقيلاً بالكيل لا بالوزن وضعهُ في قدح مقسوم دراهم
ثم خذ درهم ماء واضفهُ الى الحامض فمن شدة الحرارة المتولدة
لا تستطيع ان تمسك القدح بيدك وكان يظَن ان اربعة دراهم
من الحامض ودرهماً من الماء تكوّن خمسة دراهم من المزيج واذا
نظرت الى العلامات على القدح تجد المزيج اقل من خمسة دراهم
فصغر الحجم وتولّدت الحرارة بالتركيب الكيماوي وقد سبقت
الاشارة الى ذلك في الجزء الاستفتاحي عدد ٥٩

العملية السادسة. ضع قطعة كلس كاوٍ اي كلس حراق
على وعاء وصب عليهِ ماء باردًا بالتدريج فيحمى الكلس والماء
الى درجة الغليان ويصعد عنهُ بخار يتحوّل حالاً الى ضباب
كثيف مثل الغيوم وبعد قليل يبقى على الوعاء مسحوق ابيض
ناعم جافّ هو الكلس الراوي اي الشبعان ماء. وهذا العمل

يصنعهُ البنّاؤون كل يوم لكي يعدُّوا الكلس للطين اللازم للبناء ومن تركيب الماء مع الكلس تركيباً كيماويًا تولدت حرارة كافية لتحويل بعض الماء بخارًا وتغيّرت هيئة الكلس. كان كاويًا فصار راويًا

العملية السابعة. ضع في قنينة كما في الشكل الرابع قليلاً من مسحوق الكبريت وفوقهُ قليلاً من برادة النحاس الجديدة وضع القنينة على منصب حديد واحمِها بواسطة قنديل الكحولي اما الكبريت فيصهر بحرارة القنديل ويغلي وحالما يصيب

شكل ٤

الكبريت الغالي برادة النحاس اطفئ القنديل او انقلهُ من تحت القنينة فترى البرادة تحمى الى درجة الحمرة وتضيء بنور احمر غامق ثم تصهر وتسقط الى اسفل القنينة وتلتصق بها وبعد ان تبرد القنينة كسّرها فلا تجد فيها كبريتًا اصفر ولا نحاسًا احمر بل مادة سوداء ناتجة من تركيب النحاس مع الكبريت تركيبًا كيماويًا وهذا التركيب الكيماوي احدث حرارة كافية لتشعيل برادة النحاس فاحترقت او بالاحرى تركبت مع الكبريت

(١٢) قد استفدنا مما تقدم انهُ حيثما وُجِدت النار فهناك

جارٍ تركيب كيمياوي ان كان في ضوء شمعة او زيت او بترووليوم او اشتعال حطب او فحم او قش والتركيب الكيمياوي الجاري انما هو اتحاد اكسجين الهواء مع المادة المشتعلة . ولذلك اذا قطعت الهواء عن مادَّة لا تشعل فاذا سددت منافس فانوسك ينطفئ مصباحه سريعًا ونرى الهواء ضروريًا للاشتعال فيقتضي ان نبحث عن بعض خصائص الهواء

الفصل الثالث

في الهواء

(١٢) قد تقدم في الجزء الاستفتاحي عدد ١٤ ان الهواء جسم نتوصل الى معرفة وجوده بحواسنا اي يقاوم فعلنا اذا حركنا مروحة مثلاً وينقل حركةً اذا ادار مطحنة او ساق سفينةً او قلع شجرةً وكل هذه افعال الهواء اذا تحرّك ونتائج حركتهِ دليل على وجوده . وربما سأل سائل ما الدليل على وجودهِ اذا كان ساكنًا لانهُ لا يُبصَر ولا يُشَم ولا يُسمَع فنجيب (١) انك تستطيع ان تحركهُ اذا حرّكت يدك فتنتقل حركة يدك اليهِ فيصير متحركًا وحينئذٍ نشعر بهِ بواسطة حركتهِ و (٢) تستطيع ان تعاملهُ

معاملةً وان تفحص صفاتهِ وما يُعامل ويُفحص موجود وإن لم تدلّ على وجودهِ الحواس

(١٤) المسئلة الاولى التي تخطر لنا ببال من جهة الهواء هي هل هو عنصر بسيط او مركب واذا كان مركّبًا فما هي اجزاؤهُ التي تركّب منها . ولنبحث عن هذا الامر

العملية الثامنة . خذ قابلة ذات عنقٍ وسدّ العنق سدًّا محكماً بفلينةٍ وخذ وعاء فيهِ ماءٌ وعوّم على وجه الماء صحنًا صينيًّا عليهِ قطعة فصفور على قدر حبّة حمص واشعل الفصفور بقشة نفط واقلب القابلة فوق الفصفور المشتعل كما في الشكل الخامس واذا فعلت ذلك تلاحظ اربعة امور الاول ان الفصفور يشعل بلمعانٍ شديد بعض الدقائق . ثانيًا انهُ ينطفئ قبل ان يحترق كلهُ ويبقي منهُ ما لم يحترق . ثالثًا ان القابلة ملآنة دخان ابيض . رابعًا بعد ترك القابلة وما تحتها مدّةً يزول الدخان الابيض المكوّن من احتراق الفصفور ولا يبقى منهُ اثر . اما الماء فقد صعد في داخل القابلة حتى صار سطحهُ اعلى من سطح الماء من خارجها في الوعاء الذي هي مقلوبة فيهِ وذلك برهان على ان بعض الهواء في القابلة ذهب لانها كانت ملآنة هواء في اول الامر كما هو

شكل ٥

مبرهن من استواء سطح الماء في داخلها وفي خارجها وبقي سطح
الماء تحت القابلة على مساواة سطحهِ في الوعاء حتى بعد احتراق
الفصفور وزوال الدخان الابيض وعند ذلك صعد الماء داخل
القابلة فوق مساواة ما هو عليهِ من خارجها

ثم اذا رفعت الفلينة السادَّة عنق القابلة وادخلت شمعة
مضيئة فيها كما في العملية الثانية تنطفئ بالحال والسرعة واذا
كررت العمل تحصل النتيجة نفسها اي تنطفئ الشمعة كلما ادخلتها
الى القابلة واذا ادخلت اليها ورق اللتموس المبلول يحمرّ واذا
جمعت الغاز الباقي في القابلة واضفت اليهِ ماء الكلس كما في
العملية الثانية لا يتعكَّر وذلك دليل على ان الغاز الباقي حامض
ولكنهُ ليس الحامض الكربونيك . فقد استفدنا من هذا الامتحان
ان الهواء الكروي غازان الواحد سُمّي اكسجين وهذا الغاز اتحد
مع الفصفور وتركَّب معهُ وكوَّن حامضاً غازيّاً كما اتضح من
تحميرهِ ورق اللتموس وهذا الحامض ذوَّبهُ الماء ومصَّهُ وصار
الماء محمضاً والغاز الباقي هو المسمى نيتروجين فلما ذهب الاكسجين
من الهواء وتركَّب مع الفصفور حصل خلاء او فراغ داخل
القابلة فصعد الماء فيها من ضغط الهواء الخارجي عليهِ واذ لم يبقَ
داخل القابلة ما وازن ذلك الضغط صعد الماء في داخلها .
فالهواء الكروي الذي نتنفسهُ ونعيش فيهِ موءلف من هذين
الغازين اي اكسجين ونيتروجين ممزوجَين مزجاً نحو اربعة

اخماس نيتروجين وخمس واحد اكسجين جرماً

وقد استفدنا ايضاً من هذا الامتحان ان المعدود الثاني بين العناصر عند القدماء هو ليس عنصراً بسيطاً كما زعموا

الفصل الرابع

في تنفس الحيوان بالهواء

(١٥) ذكرنا انفاً ان الهواء الكروي انما هو مزيج من الاكسجين والنيتروجين وإن كان في اعمق الوديان او على قمة اعلى الجبال فهو موءَلّف من هذين الغازين ولكنهُ قد تطرا عليهِ عدة اشياء عرضيّة فتخالطهُ منها بعض الموادّ العرضيّة غير الجوهريّة لهُ . وقد راينا في ما تقدم ان اشتعال الشمعة تولَّد منهُ حامض كربونيك من تركيب اكسجين الهواء مع كربون الشمع وهكذا في كل احتراق جارٍ في كل العالم من وقود الفحم والحطب وغيرها فلا بد من توليد كميات وافرة من الحامض الكربونيك لاسيما بالقرب من مساكن الناس ومعاملهم حتى اذا اردت امتحان الهواء على حقهِ يقتضي قبل كل شيء ان تجردهُ من الحامض الكربونيك الذي يخالطهُ عرضاً بامرارهِ على صودا او على مادة اخرى تمسك الحامض

المشار اليهِ كما في العملية الرابعة . ورأينا ايضاً في ما تقدم انهُ يتولد من احتراق الشمعة بخار الماء بتركيب هيدروجين الشمع مع آكسجين الهواء فيخالط الهواء بخار الماء من هذا السبب ومن اسباب اخرى سوف تُذكر . وقلما يخلو الهواء من بخار الماء كثر او قلّ ويقتضي لتركيب الكربون مع الاكسجين درجة عالية من الحرارة فلذلك يستلزم الامر ايقاد فتيلة الشمعة اولاً وايقاد الفحم والحطب حتى يبتدئ التركيب المشار اليهِ وبعد ابتدائهِ تتولد منهُ حرارة كافية لادامتهِ واذا نفخت الشمعة خفضت الحرارة الى درجة دون درجة التركيب المشار اليهِ فيبطل التركيب الجاري فينطفئ اللهيب

(١٦) ثم ان الهواء الكروي ضروري للانسان ولسائر الحيوان كما هو ضروري للاشتعال والضوء الاصطناعي واذا انقطع عنا الهواء مدة وجيزة نموت وكثيراً ما تبلغنا اخبار الذين فطسوا في محلاّت مقطوع عنها الهواء كما في الآبار والسراديب التي يتجمع فيها هواء فاسد والموت بالغرق انما هو بسبب الانقطاع عن الهواء . واذا كان تنفس الهواء ضرورياً للحيوان فلا بد ان ذلك التنفس يؤثر في الهواء اما باخذ شيء منهُ او باضافة شيء اليهِ او بكلا الامرين فلنمتحن هذا الامر بالعمل

العملية التاسعة . بلّ قطعة من ورق اللتموس الازرق بماء مستقطر ثم انفخ عليهِ بفمك بعض الدقائق فتراهُ احمرَّ وذلك

دليل على ان الهواء الخارج من صدرك يخالطه حامض

العملية العاشرة. ضع شيئًا من ماء الكلس الصافي في كوبةٍ واغمس فيهِ طرف انبوبة او قصبة وانفخ في طرفها الآخر حتى يمرُّ الهواء الخارج من صدرك في ماء الكلس كما في شكل ٦ فتراهُ يتعكر ويصير مثل اللبن كما حدث في العملية الثانية من الهواء الذي

شكل ٦

انقدت فيهِ الشمعة وذلك من توليد كربونات الكلس ومن هذين العملين يبرهن انهُ يتولَّد من تنفس الحيوان الهواء حامض كربونيك لان هذا الحامض لم يدخل الى صدرك من الخارج كما هو ظاهر من خض ماء الكلس في وعاء فيهِ هواء كروي نقي فلا يتعكر الماء بل الحامض الكربونيك الخارج مع النفس تولَّد في الرئتين من اتحاد اكسجين الهواء مع الكربون الذي فيها فالتنفس انما هو تأكسد اي تركيب اكسجين مع مادَّة اخرى مثل تأكسد الشمع عند ايقاد الشمعة باتحاد كربونهِ مع اكسجين الهواء

(١٧) وربما اعترض معترض قائلاً انهُ في تأكسد الشمع وفي كل احتراق الذي نقول انهُ تأكسد المادَّة المحترقة تتولَّد حرارة واذا كانت اجسادنا مثل الشموع المضيئة فلماذا لا نشعر

بحرارة الاحتراق الجاري اقول بل نشعر بها واجسادنا حامية سخنة ودرجة حرارتها اعلى من درجة حرارة الهواء الذي تتنفسهُ غالبًا واعلى من درجة حرارة الكراسي والمقاعد والكتب والاثاث والحجاره الخ التي حولنا وكل حيوان حيّ ما دام حيًّا حرارة جسمهِ اعلى من حرارة سائر المواد حولهُ واذا مات برد وتساوت حرارتهُ حرارة الهواء المحيط بهِ او حرارة الارض التي انطرح عليها ٠ فتنفس الحيوان انما هو تاكسد وكيفيتهُ ان الهواء بالشهيق والتصعد يُجذَب عن طريق الفم والمنخرين والقصبة الى الرئتَين المالئتين جانبي الصدر الَّتَين تتفرع فيهما اوعية دمويَّة كثيرة ادق من الشعرة حاملة الدم الجارى اليها من كل اطراف الجسد وهو مشبَّع كربونًا وبينما هو جارٍ في الرئتين في تلك الاوعية الدقيقة جدرانها رقيقة جدًّا والهواء الكروي الحامل الاكسجين محيط بها في انابيب شعب القصبة المتفرعة في الرئتَين ينفذ الاكسجين في جدران تلك الاوعية ويتركب مع الدم وهو يحملهُ من هناك الى كل الجسم وحيثما اصاب الكربون الميّت قبض عليهِ وحملهُ معهُ الى الرئتين وخرَج معهُ على هيئة الحامض الكربونيك

(١٨) وان قال قائل من اين عرفت ان في الجسد الحيواني كربونًا اقول اذا شويت لحمًا فاترك منهُ قطعة على الشيش حتى يحترق تجدهُ فحمًا اي كربونًا وهو جزءٌ كبير من المواد الحيوانية

وكربون الجسم اذا تركب مع الاكسجين يولّد الحامض الكربونيك كما يولّدهُ كربون الشمع والحطب والفحم والحرارة التي تتولد من ذلك هي هي في كلا تاكسد كربون الجسم وتاكسد كربون الشمع غير انها في تاكسد الشمع مجتمعة في موضع واحد وفي تاكسد كربون الجسد متفرقة في كل جزء من الجسم وفي كل دقيقة منهُ دقيقة كربون يتركّب مع دقيقة من الاكسجين وتتولد حرارة بالنسبة الى ذلك اي في كل الجسم تتولد حرارة بالنسبة الى ذلك التغيُّر الكيمياوي الحاصل فيهِ فتتولد حرارة في اطراف اصابعك وفي جوف قلبك ولو تجمع كل هذا التاكسد المتفرق في موضع واحد لربما حصل منهُ اشتعال مثل اشتعال الشمعة من تجمع التاكسد في نقطة من الفتيلة

والحاصل اننا استفدنا من هذه الامتحانات عدة امور منها (١) ان اضطرار الحيوان الى تنفس الهواء هو من قبل احتياجه الى الاكسجين الموجود في الهواء (٢) انهُ بواسطة التنفُّس يدخل اكسجين الهواء الدم الجاري في الرئتين ومن هناك يُحمَل الى كل دقيقة من دقائق الجسم (٣) ان فائدة الاكسجين هو حرقة الكربون الميت اي يتحد بهِ ويتركب معهُ فيتولّد من ذلك التركيب الكيمياوي اي في ذلك الاحتراق الحرارة اللازمة لحفظ الحيوة (٤) انهُ يحمل الكربون الى الرئتين ويدفعهُ الى الخارج على هيئة الحامض الكربونيك

الفصل الخامس

فعل النبات بالهواء

(١٩) اذا كان كل حيوان وكل طائر وكلٌّ من الحشرات وكل دباب الارض ياخذ اكسجين من الهواء على الدوام ويدفع اليهِ الحامض الكربونيك فلا بدَّ على طول المدة ينفد اكسجين الهواء المحيي ويشغل موضعهُ الحامض الكربونيك السامّ فيموت الجميع اولاً من فقد الاكسجين المضطر اليهِ وثانيًا من فعل غاز الحامض الكربونيك السامّ القتال كما يحدث للذين يفطسون من تنفس هواء الفحم المشتعل في ايام البرد في غرفةٍ ضابطة تحبس الغاز الصاعد عن الفحم المتقد وتمنع دخول الهواء النقي فهل من واسطة في الطبيعة لدفع هذه العاقبة ومنع وقوع هذه الداهية الدهيا وهل من طريقة لحل الاكسجين من ارتباطهِ مع الكربون وفسخ زواجهما حتى يعود الاكسجين الى الهواء حيث أُخذ منهُ ويتحوَّل الكربون عنهُ الى غرض آخر او لفائدة اخرى فلنمتحن ذلك عملاً

العملية العاشرة. خذ من عند الفخَّاري باقولة او كوزًا ذا عنق فخارهُ رشّاح واملأْهُ ماء وازرع على كتفهِ مستديرًا بزر الرشاد او شعيرًا ولاحظهُ من يوم الى يوم وكل مدة زِد ماءهُ

حتى لا ينقطع رشح الماء عن البزر فبعد ايام قلائل ينبت حول عنق الكوز رشاد او شعير يخضرُّ وينمو حسناً جميلاً . وقد ذُكِر في الجزء الاستفتاحي عدد ٦٦ ان النبات من أخص عناصره الكربون فمن اين للرشاد او للشعير الكربون اللازم لبناء سوقهِ ونسج اوراقهِ . فان قيل هو من البزر نقول لا يمكن ان يكون كلهُ من البزر لان وزن النبات النابت اثقل من وزن البزر المزروع اضعافاً ولا هو من الماء لان الماء خالٍ منهُ ولو جعلتَ في الكوز ماء مستقطراً لما تغيّر على النبات شيء فلم يبقَ الا الهواء نبعاً للكربون اللازم لنمو النبات . ومما تقدم في الفصل السابق عرفنا ان كل نوع من الحيوان يدفع الحامض الكربونيك الى الهواء بتنفسهِ وعرفنا ايضاً مما سبق ان كل احتراق حادث على وجه الارض يولّد الحامض الكربونيك ويدفعهُ الى الهواء فلا بد من وجود هذا الحامض في الهواء على كميات مختلفة تارةً أكثر واخرى اقل وهو جزء من الهواء عرضي غير لازم لهُ

ولاجل امتحان الهواء هل فيهِ حامض كربونيك او لا نجرِ امتحاناً

العملية الحادية عشرة . ضع في صحن صيني قليل العمق ضحل قليلاً من ماء الكلس الصافي واعرضهُ على الهواء بعض الدقائق ان كانَ في الغرفة او في الفلاء ثم حركهُ قليلاً وصبهُ في قدح صافٍ فترى على سطحهِ قطع غشاء رقيق تكوّن على سطح الماء وهو

كربونات الكلس اي طباشير تولّد من تركيب الحامض الكربونيك الموجود في الهواء مع الكلس المذوّب في الماء. فقد تبرهن لنا ان في الهواء الكروي كربونًا على هيئة الحامض الكربونيك وإن كان قليل الكمية ومنهُ يستفيد كل النبات النامي على سطح الارض كلها الكربون اللازم لنموهِ

(٣٠) الحامض الكربونيك مركّب من الكربون والاكسجين والنبات محتاج الى الكربون فيمصّ الحامض الكربونيك من الهواء ومنهُ يبني خشبهُ وورقهُ وقشرهُ الخ فماذا يفعل بالاكسجين. هل يخزنهُ في داخلهِ او يدفعهُ الى الخارج بعد فسخ اتحادهِ مع الكربون وهذه المسئلة لا سبيل لحلها الا بالامتحان

العملية الثالثة عشرة. خذ باقة من الورق الاخضر النامي مثل الكرفس او ما يشبههُ وضعها في قنينة واملأ القنينة ماء واقلبها في وعاء كما في الشكل السابع بحيث لا يبقى اقل شيء من الهواء في القنينة وضع الكل في نور الشمس بعض

شكل ٧

الساعات فترى على الورق فقاقيع كثيرة وترى بعضها مجموعة في اعلى القنينة وطرد بعض الماء منها وإذا جددت الباقة مرارًا يجمع من الغاز المشار اليهِ ما يكفي لامتحانهِ وإذا نقلته الى قنينة

صغيرة ثم ادخلت اليهِ عُوَيدة شحاط على راسها فحمة متقدة تهب بالسرعة ملتهبةً وذلك برهان على كونهِ اكسجين . واذا اخذت قليلاً من ماء العيون واضفت اليهِ ماء الكلس تراه يتعكر قليلاً وذلك دليل على وجود الحامض الكربونيك فيهِ . فالنبات حل ذلك الحامض واخذ كربونهُ لنفسهِ واطلق الاكسجين حرًّا

(٣١) اذا اجريت هذه العملية في العتم اي وضعت القنينة التي فيها الكرفس في محل معتم لا يحصل تغيّر ولا يحل الحامض الكربونيك ولا يجمع في القنينة شيءٌ من الاكسجين وربما قد لاحظنا مرارًا ان النبات لا ينمو في العتم واكثر النبات النابت في الظل خسع ضعيف قليل النمو واذا قُطع عنهُ النور تمامًا لا ينمو ابدًا ومن العملية التي اجريناها وقفنا على سبب ذلك اي اضطرار النبات الى نور الشمس لكي يحل الحامض الكربونيك حتى ياخذ كربونهُ و يضمهُ الى نفسهِ

(٣٢) مما تقدم استفدنا حل المسئلة التي ذُكرت انفًا عدد ١٨ وهي هل من واسطة في الطبيعة تمنع نفود اكسجين الهواء بتنفس الحيوان الدائم او هل من واسطة لفسخ ارتباطهِ بالحامض الكربونيك واعادتهِ للهواء حرًّا مطلقًا حيث أُخذ منهُ واستخدام الكربون لغرض مفيد . فاتضح من الامتحانات السابقة ان كل حيوان على الدوام يتنفس الهواء و ياخذ من اكسجينهِ و يدفع عوضًا عنهُ الحامض الكربونيك و يولّد حرارة وهو اذ ذاك في

حالة الاحتراق الدائم مثل الشمعة المتقدة .اما النبات فبالعكس يتنفس الحامض الكربونيك و يدفع بواسطة ورقهِ غاز الاكسجين الى الهواء وعلى هذه الكيفيَّة ما ينزعه الحيوان من الهواء يجدده ُ النبات وما ينزعهُ النبات يجددهُ الحيوان وعلى هذا المنوال تُحفظ الموازنة ويمنع غلبة الغاز السام المميت على الغاز المنعش المحيي فسبحان من رتَّب خليقته ترتيبًا حسنًا بالعلم والحكمة

بناء على حفظ الموازنة في الهواء بالحيوان والنبات قد اصطنع بعضهم اوعية زجاجية جعلوا فيها بعض الحيوين التي تعيش في الماء وبعض النبات الذي ينبت في الماء وسدوها سدًّا محكمًا يقطع الهواء عن داخلها تمامًا فالحيوان كافٍ لدفع حامض كربونيك بما يكفي للنبات والنبات كافٍ لمصهِ واعادة الاكسجين للهواء لاجل احتياج الحيوان وعلى هذا السبيل يعيش كلا الصنفين مدة مستطيلة وهما منقطعان عن الهواء الخارجي تمامًا

(٣٢) وربما يقول قائل اذا كان الحيوان بتنفسهِ وتاكسدهِ الكربون في حالة الاحتراق الدائم يقتضي ان ينفد منهُ الكربون بعد مدة اي يحترق مثل الشمعة المتقدة . فنجيب ذلك صحيح ولولا تجديد الكربون في جسد الحيوان بواسطة طعامهِ لنفد فتراهُ اذا انقطع عنهُ الطعام يهزل و يضعف وتبرد اطرافهُ ثم بدنهُ واخيرًا يبرد نَفَسهُ ايضًا من انقطاع الفعل الكيماوي الذي بهِ تتولد حرارة الجسم وعن قريب يموت فيقتضي ان يتناول الطعام كل

مدة لاجل تجديد الكربون الذي هو للجسم مثل الوقيد للنار وهذا الامر من متعلقات علم الفيسيولوجيا اي علم وظائف اعضاء الجسد الحيواني واشرنا اليهِ هنا اشعارًا بان لعلم الكيميا علاقة بكل المواد الموجودة على الارض حيوانية كانت او نباتيّة حيّة كانت او ميتة

الفصل السادس

في الماء

(٣٤) قد ذُكرت بعض خصائص الماء في الجزء الاستفتاحي في الفصل الاول من القسم الثاني ومن جملتها ان لهُ ثلاث هيئات (١) الماء الاعتيادي وهو سائل و (٢) الجليد او الجمد وهو الماء المتبلور بتقليل حرارتهِ و (٣) البخار وهو غاز يتحول الماء اليهِ بزيادة الحرارة ولم يُدرَك للماء غير هذه الهيئات الثلاث واذا تحول بواسطةٍ عن احدى هذه الاحوال لا يبقى ماء بل ينحل الى عناصرهِ التي تركّب منها وقد حسب القدماء الماء واحدًا من العناصر الاربعة وسترى انهُ ليس عنصرًا بل مادّة مركّبة من عنصرين وذلك يتضح بالعملية الآتية

العملية الثالثة عشرة . اذا انفذنا الى الماء حرارة يغلي و يتحول الى بخار واذا حصرنا البخار حتى لا يفلت يفجر الوعاء الحاصرهُ فلا نستفيد من الحرارة الا تحويل الماء بخاراً

ثم لنات ببطارية كلثانية من النوع المرسوم في شكل ٨

شكل ٨

وهو المسمى بطارية كروف نسبةً الى مخترعهِ وهو المستعمل غالبًا في التلغراف

تنبيه . كِلْ في وعاء صيني او زجاجي ١٦ وقية طبيَّة ماء واضف اليهِ بالتدريج ثلاث اواقي طبية من الحامض الكبريتيك الثقيل وحرّك المزيج واتركهُ حتى يبرد و بعد تركيب البطارية اسكب السيال المستحضر في الكؤوس بواسطة قمع ثم املأ البيوت الخزفية المسامية حامضاً نيتريكاً ثقيلاً . وبعد نهاية العمل يُحَنظ كلا الحامضين في اوعية ضابطة للاستعمال ثانيةً ويجب غسل الكؤوس ونقعها في الماء عدة ساعات لكي تنظف من الحامض

ثم لنات بانبوبتين مقلوبتين في وعاء فيهِ ماء محمض باضافة بعض القطرات من الحامض الكبريتيك او حامض آخر اليهِ لان ذلك يسهل نفوذ المادة الكهربائية في الماء وهي تمرّ

بشريطتين من البلاتين نافذتين الى فوهتي الانبوبتين كما في الشكل التاسع فحالما تتصل الشريطتان بالبطارية ترى فقاقيع غاز صاعدة الى اعلى كل واحدة من الانبوبتين والماء في جوار الشريطتين يُرَى كانهُ في حالة الغليان من صعود الفقاقيع المشار اليها . وإن قال قائل

شكل ٩

هي فقاقيع بخار الماء نقول ذلك غير ممكن لانهُ لو تحول الماء بخارًا بالكهربائية لعاد ماء بالحال من ملامستهِ الماء البارد وهو صاعد وتلك الفقاقيع تجمع في اعلى الانبوبتين وتطرد الماء منهما وعن قليل نرى الغاز المتجمع في احدى الانبوبتين ضعف المجتمع في الاخرى اي احداها ملآنة غازًا شفافًا غير منظور والاخرى نصفها فقط ملآن

فلناخذ الانبوبة الملآنة نصفها وبعد سدّ طرفها بالاصبع اقلبها ثم ادخل الى الغاز فيها قشّة على راسها فحمة مشتعلة فتراها حالاً تهب وتشعل بلهيب لامع وقد رأينا انفًا ان ذلك من خصائص غاز الاكسجين

ثم خذ الانبوبة الملآنة واتركها مقلوبة كما هي وادنِ من فوهتها لهيب قشة مشتعلة فترى الغاز في الانبوبة يشعل ولهيبهُ ازرق ضعيف واذا ادخلت اليهِ قشة على راسها فحمة مشتعلة كما عملت في الانبوبة الاولى لاتهب وذلك برهان على ان هذا الغاز

هو خلاف الاول اي ليس هو اكسجين ولكونهِ من العنصرين اللذين تركّب الماء منهما سُمّيَ هيدروجين من لفظتين يونانيتين معناهما مولّد الماء. واذا عدتَ وكررتَ هذه العملية الف مرّة لاتحصل غير هذين الغازين ولم يهتدِ احدٌ الى طريقة بها يحصل من الماء غير الاكسجين والهيدروجين كما مرّ

قد استفدنا من هذه العملية ثلاثة امور (١) انهُ بواسطة الكهربائية يُفسخ الماء الى عنصرين مستقلّين مختلفين غازين احدهما اكسجين الذي هو المادة المُشعِلة او الموقدة في كل احتراق والثاني هيدروجين وهو يَشعُل ولكنهُ لايُشعِل ولا يُستخرَج من الماء غير هذين العنصرين (٢) ان مقدار الهيدروجين في الماء هو ضعف مقدار الاكسجين فيهِ جرمًا اي الماء مركّب من جرم واحد اكسجين وجرمي هيدروجين (٣) انهُ باتحاد هذين الغازين احدهما مشعل والثاني سريع الاشتعال يتكوّن مركّب مائع يطفئ كل اشتعال اذا اصابهُ وهو الماء

(٢٥) ان الهيدروجين يُستحضَر بحل الماء على عدّة طرق غير حلهِ بالكهربائية منها ان توضع برادة الحديد في انبوبة طويلة من الخزف الصيني او من الحديد على طولها. وتوضع الانبوبة وضعًا افقيًا في كانون فحم مشتعل و يوصل الطرف الواحد منها بقنينة فيها ماء والطرف الاخر بانبوبة طرفها الثالث مغموس تحت سطح ماء في وعاء آخر ثم يوضع قنديل الكحولي تحت القنينة

الاولى فمتى غلي الماء يصعد بخارهُ و يمرُّ على برادة الحديد الحامية في الانوبة وهي تفسخ البخار الى عنصريهِ وتاخذ الاكسجين لنفسها واما الهيدروجين فيفلت من طرف الانوبة المغموسة تحت الماء فيجمع في قابلة

العملية الرابعة عشرة . خذ قطعةً من البوتاسيوم قدرها نحو قدر نصف حبة حمص والقِها على سطح الماء في وعاء مفلطح فلكون هذا المعدن اخفّ من الماء يعوم على سطحهِ ولشراهتهِ الى الاكسجين يخطفهُ من الماء اي يحل الماء و ياخذ اكسجينهُ ومن الحرارة المتولدة بهذا التركيب السريع يشعل الهيدروجين الفالت فيبان كانَّ النار عائمة على سطح الماء ومن انفلات الهيدروجين تحت القطعة وعلى اجنابها تُدفع الى هنا والى هنالك فتتحرك بسرعة من جهة الى جهة حسب القوة الدافعة لها . فلو غمست قطعة من ورق اللتموس في الماء قبل هذا العمل لما تغيرت واما بعده فاذا حمرت ورق اللتموس اولاً بحامض ثم غمستهُ بماء بعد احتراق البوتاسيوم على وجههِ يعود اللون الازرق اي تكوّن من اتحاد الاكسجين مع البوتاسيوم مادة قلويّة تسمى بوتاسا وذابت في الماء فصار الماء قلويًّا

(٣٦) اذا لاحظت لون لهيب البوتاسيوم تراهُ بنفسجيًا وهذا الامر اي لون اللهيب كلي الاعتبار فلا تنسَ ان لون لهيب البوتاسيوم اذا احترق بنفسجي

العملية الخامسة عشرة . ألقِ قطعة من الصوديوم على سطح

الماء في وعاء كما في العملية السابقة فالصوديوم يعوم ويتحرك على وجه الماء مثل البوتاسيوم من حلو الماء واخذه الاكسجين وانفلات الهيدروجين غير ان الحرارة المتولدة ليست كافية لاشعال الهيدروجين . ثم أعيد العمل بالقاء الصوديوم في الماء الحار فبالحال يشعل كما فعل البوتاسيوم ولكن نور لهيبه اصفر فاقع وهذا الامر ايضاً كلي الاعتبار فلا ننسه

(٣٧) الامر ظاهر انه بالعمليتين الاخيرتين لا نستطيع ان نجمع من الهيدروجين ما يكفي لامتحان خصائصه وصفاته بل يقتضي لذلك حيلة اخرى

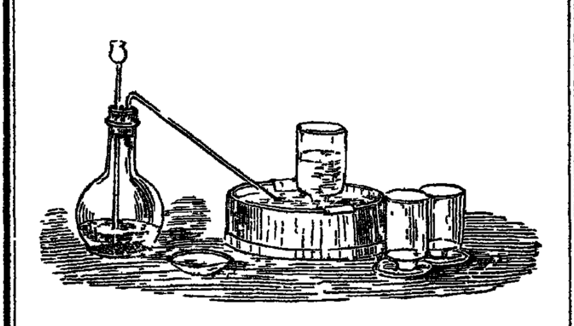
العملية السادسة عشرة . خذ عدة قطع صغار من الصوديوم وضعها في هاوون وألق عليها قليلاً من الزيبق الجاف اي الخالي من الرطوبة المائية نحو خمسة أجرام من الزيبق وجرم واحد من الصوديوم ولا بد من تفرقع خفيف واضغط على الصنفين معاً في الهاوون بالمدقة فيتحد المعدنان ولنا من اتحادهما مزيج من الصوديوم والزيبق سمي ملغماً . ثم اقلب قابلة ملآنة ماء في كاس ماء كما في الشكل العاشر وألق الملغم الذي صنعته في الكاس حتى يقع تحت فم القابلة المقلوبة فالصوديوم يحل الماء

شكل ١٠

بالتدريج و ياخذ اكسجينهُ لنفسهِ والهيدروجين يفلت و يصعد الي القابلةو يطرد الماء منها وبعد هنيهة يجمع منهُ ما يكفي لامتحانهِ على طرق شتى واذا امتحنتهُ باللهيب اي بادناء لهيب قنديل اليهِ فاحترز من ان يخالطهُ هواءٌ لانهُ اذ ذاك يتفرقع عندما يصيبهُ اللهيب وذلك من سرعة اتحادهِ باكسجين الهواء لكي يكوّن ماء واذا مُزِج اكسجين وهيدروجين في وعاء واحد لايتحدان مع انهُ بينهما الفة شديدة حتى ياتيهما اللهيب او شرارة كهربائية وعند ذلك يتحدان بتفرقع شديد ويتولد من اتحادهما ماءٌ

(٢٨) نرى مما تقدم ان بعض المعادن مثل البوتاسيوم والصوديوم لها قدرة ان تفسخ الاتحاد بين الاكسجين والهيدروجين على درجات الحرارة الاعتيادية فتحلاّن الماء اينما اصاباهُ وبعض المعادن لها هذه القدرة اذا أُحميت الى درجة الحمرة فالحديد مثلاً اذا أُحمي كما ذُكِر انفاً ومرّ عليهِ بخار الماء او أُغمس في الماء وهو حامٍ يحلهُ و ياخذ الاكسجين لنفسهِ مكوّناً اكسيد الحديد او صدأَ الحديد واما الهيدروجين فيفلت . و بعض المعادن لها هذه القدرة اذا أُضيف اليها حامض منها الحديد والتوتيا كما ترى من العملية الآتية

العملية السابعة عشرة . ضع قطعاً من التوتيا في قنينة فيها ماءٌ كما في الشكل الحادي عشر واسكب قليلاً من الحامض الكبريتيك الثقيل في القمع حتى يصيب قطع التوتيا في اسفل



شكل ١١

القنينة واجمع الغاز الصاعد في قوابل ملآنة ماء مقلوبة في حوض او وعاء كما في الشكل واترك الفقاقيع الأُوَل الصاعدة تفلت لانها من الهواء الكروي الموجود في القنينة ومتى خف صعود الغاز اضف قليلاً من الحامض ايضاً بسكبهِ في القمع كما في الاول واذا جسست القنينة تجدها حامية من الحرارة المتولدة بالاتحاد الكيماوي الجاري داخلها اي تركيب الحامض مع الماء ومع التوتيا فالحامض والتوتيا ياخذان اكسجين الماء واما الهيدروجين فيفلت اذ لم يبقَ شيء يتحد بهِ ثم بعد جمع عدة قوابل منهُ احفظها بابقائها مقلوبة في صحون عميقة فيها ماء لاجل الامتحان

العملية الثامنة عشرة . خذ قابلة من القوابل الملآنة هيدروجين وادخل اليها شمعة مضيئة وهي مقلوبة كما في الشكل الثاني عشر فترى الهيدروجين يشعل عند فم القابلة ولكن حالما تنغمس الشمعة في الغاز تنطفئ ثم عند اخراجها تشعل ايضاً من لهيب الهيدروجين عند فم القابلة واذا رجعتها الى داخل القابلة تنطفئ ايضاً

شكل ١٢

العملية التاسعة عشرة . خذ قنينة فارغة واقلب فمها الى اسفل وقرّب اليهِ فم قنينة ملآنة هيدروجين كما في الشكل الثالث عشر فيصعد الهيدروجين عندما تميل القنينة التي هو فيها الى الوضع الافقي و يصعد الى القنينة الاخرى ويطرد الهواء منها حتى تكاد تمتلئ هيدروجين او يخالطهُ هواءٌ قليل ثم اذا امتحنتهُ كما في العملية السابقة تراهُ يشعل كما تقدم غير انهُ قد يتفرقع من مزجهِ بالهواء عند مرورهِ من وعاء الى وعاء



شكل ١٣

(٣٩) قد استفدنا بهذه الاعمال ثلاثة امور من جهة الهيدروجين وهي

(١) ان الهيدروجين اخفُّ من الهواء الكروي فيصعد فيهِ مثل ما يصعد الفلين اذا أُغرِق تحت سطح الماء

(٢) ان الهيدروجين قابل الاشتعال اي اذا اصابهُ لهيب وحضر هواءٌ كرويٌّ يشعل الغاز

(٣) انهُ لا يُشعِل مادَّة قابلة الاشتعال كما يفعل الاكسجين بل هو من المواد المحترقة لا من المواد المُحرِقة خلاف الاكسجين الذي هو المُحرِق في كل احتراق وبدونهِ لا يصير اشتعال ولا احتراق ورأَيت الهيدروجين يشعل عند فم القنينة حيث اصابهُ الهواء ولكن داخل القنينة حيث كان الغاز صرفًا اطفأ لهيب الشمعة ولو ادخلتهُ الى غاز الاكسجين لزاد احتراقًا ونورًا كما رأَيت من العملية الثالثة عشرة .

(٣٠) اذا نفخت مثانة خروف او حوصلة دجاجة حتى تسترق جدرانها الى آخر درجة احتمالها بدون ان تتمزق واوصلت عنق الحوصلة او المثانة بالانبوبة الصاعد منها الغاز في العملية السابعة عشرة تمتلئ هيدروجين فاذا اوليتها تصعد في الجو لكون الغاز الذي نحن في صددهِ اخفَّ من الهواء الكروي . ولكونهِ اخفَّ منهُ عدَّة مرار يصعد بقوة ونشاط فيستطيع ان يحمل معهُ بعض الثقل اي اذا اضيف اليهِ بعض الثقل لا يزال هو مع المضاف اليهِ اخفَّ من الهواء فيصعد الى الاعلى ولذلك يُستخدَم هذا الغاز لِيملأ بهِ القُبَب الطيَّارة اي البلُونات لاجل الصعود الى

طبقات الجوّ العليا لاغراض علميّة او حربيّة او لمارب آخر

(٢١) بقي علينا ان نستعلم ما هي النتيجة من احتراق الهيدروجين في الهواء اي ما هي المادة التي تتولد من ذلك

العملية العشرون. خذ قنينة مثل المرسومة شكل ١١ وعوضًا من الانبوبة المعكوفة ركّب فيها انبوبة ذات فوهة شعرية كما في شكل ١٤ وضع في القنينة قطع توتيا وصبَّ في القمع الحامض الكبريتيك كما في العملية السابعة عشرة فبعد ما يكون غاز الهيدروجين الصاعد قد طرد كل الهواء من القنينة اشعلهُ وهو خارج من الانبوبة ثم اقلب فوق لهيبهِ قابلة باردة جافَّة كما في العملية الثالثة فترى بخار الماء يتجمع على جدران القابلة على هيئة نقط صغار ولو رتّبت الآلات بحيث تتبرّد القابلة مدّةً حتى لاتحمى من اللهيب لجمعت كوبة ماء صافٍ خالٍ من كل طعم غريب خلاف طعم الماء المتجمع باحراق الشمعة في العمليّة الثالثة لان ذلك يخالطهُ طعم الشحار من دخان الشمعة كما ذُكِر وفي هذه العملية لاشيءَ من ذلك اذ لا يوجد كربون حتى يكوّن الشحار كما يتبرهن من العمليّة الآتية

شكل ١٤

العملية الحادية والعشرون. اجرِ العمل كما في العملية السابقة

وابدل القابلة بقنينة نظيفة ذات عنقٍ وضع اللهيب يشعل داخلها بعض الدقائق ثم صبَّ فيها ماء الكلس فترى انهُ لا يتعكر وذلك دليل على فقد الحامض الكربونيك لانهُ لو حضر لكوَّن مع الكلس كربونات الكلس ولتعكَّر الماء بهِ كما رأيت في العملية الثانية . واذا ادخلت اليها ورق اللتموس الازرق فلا يحمرّ والاحمر فلا يعود ازرق وهذه الامتحانات تبرهن انهُ لم يتكوَّن من اشتعال الهيدروجين غير الماء

وقد استفدنا من هذه العمليَّة ايضًا معرفة اصل الماء في احتراق الشمعة اي انهُ لا بد من وجود الهيدروجين في الشمع وهو واحد من عناصرهِ وعند الاحتراق انحلَّ وتركَّب هيدروجينهُ مع اكسجين الهواء وتكوَّن من النار الماء الذي يطفئ النار . فمن امتحاننا الماء استفدنا بعض الامور عن الهواء ايضًا وهكذا من فحص ايَّة مادَّة كانت نستفيد من جهتها ومن جهة غيرها لان المواد الطبيعيَّة متعلقة بعضها ببعض ومَن فحص مادَّةً استفاد عن مواد

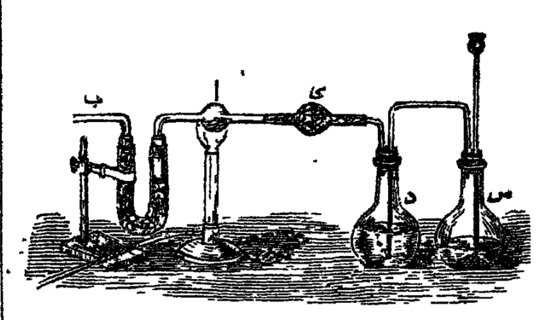
الفصل السابع

كمية الاكسجين والهيدروجين في الماء

(٣٢) ان العمليات السابقة افادتنا من جهة الهواء والماء

ان الاكسجين موجود في الهواء ممزوجاً مع النيتروجين (العملية الثامنة) على هيئة غاز شفاف عديم اللون. واما في الماء فهو مركّب مع الهيدروجين تركيباً كيماوياً واستفدنا من العملية الثالثة عشرة ان جرم الهيدروجين في الماء هو ضعف جرم الاكسجين فيه لانه بحل الماء بواسطة المادّة الكهربائية حصلنا على كمية من الهيدروجين هي مضعف كمية الاكسجين التي حصلنا عليها اي جرما هيدروجين وجرم اكسجين كوّنت ماء وبقي ان نستعلم وزن كل واحد من هذين الغازَين في الماء اي كم درهم من الاكسجين وكم درهم من الهيدروجين في عدّة دراهم مفروضة من الماء وهذه المسئلة عسرة جدّاً وقد اشتغل فيها علماء الكيميا سنين على طرق شتى وصعوبة المسئلة هي من جهة صعوبة جمع الغازَين خاليين من بخار الماء ومن غاز الحامض الكربونيك الذي يخالط الهواء والماء كثيراً كما عرفت مما تقدم. فلا يتحقق وزن احد الغازَين المذكورَين حتى يتأكّد اولاً خلوهُ من المواد الاخرى المشار اليها ولكون الهيدروجين اخف المواد المعروفة يعسر وزنهُ بادقّ الموازين فلا يطمع هنا باكثر من الاشارة الى كيفيّة تصرّف علماء الكيميا بهذه المسئلة العسرة

العملية الثانية والعشرون. خذ انوبة ذات بلبوس مثل ا شكل ١٥ و يقتضي ان تكون من الزجاج الصلب وضع في البلبوس نحو ثمانية دراهم من اكسيد النحاس الاسود وزنها بكل دقة وحرص



شكل ١٥

ولنفرض وزنها مع ما فيها من اكسيد النحاس ١٠٦.٠ قمحة وخذ انبوبة اخرى على هيئة ل واملأها كلوريد الكلسيوم لانهُ شره في امتصاص بخار الماء وزن هذه الانوبة ايضاً بكل دقة ولنفرض وزنها مع ما فيها من كلوريد الكلسيوم ٨٠.٥ قمحات وخذ قنينة مثل س كما في العملية السابعة لاجل توليد الهيدووجين ولتمرّ انبوبتها في قنينة اخرى د فيها حامض كبريتيك لاجل نزع كل بخار الماء من الهيدروجين وهو صاعد ثم يمرّ على ى وهي انوبة فيها كلوريد الكلسيوم ايضاً لاجل نزع كل بخار الماء من الغاز الصاعد فيصل الى ا وهو جافٌ خالٍ من كل مادّة غريبة فبعد وزن الانبوبتين ا و ب كما تقدم وتركيب الآلة كما في الشكل الخامس عشر صب قليلاً من الحامض الكبريتيك في القمع حتى يصيب قطع التوتيا في س واترك الغاز يصعد حتى يطرد كل

الهواء الكائن في القناني والانابيب ثم اجمع الهيدروجين المنفلت من طرف الانبوبة ب في قابلة صغيرة مقلوبة فوق فوهتها وامتحنهُ باللهيب فتجدهُ في اول الامر يتفرقع من اختلاطهِ بالهواء الكائن في القناني وبعد هنيهة تجدهُ يشعل بدون تفرقع ومن ذلك عرفت انهُ خالٍ من الهواء وعند ذلك ضع قنديلاً الكحوليًّا تحت ا فما دام اكسيد النحاس في البلبوس باردًا لاترى فيهِ تغيُّرًا ولو كان الهيدروجين مارًّا عليهِ ولكن حالما يُحمَى بالقنديل تراهُ يتحوَّل لونهُ الاسود الى النحاسي اللامع وترى نقط ماء تتجمع في البلبوس ومتى حمي البلبوس اكثر يتحوَّل كل الماء بخارًا ويمر على كلوريد الكلسيوم في ب وهو يمسكهُ ولا يدع شيئًا منهُ يفلت واجرِ العمل حتى لا يبقى شيء من الاكسيد الاسود ثم انزع القنديل من تحتهِ واترك الكل حتى يبرد

اما التغير من حل وتركيب الذي حدث في هذا العمل فهو ان الماء في س انحلَّ بعضهُ فذهب اكسجينهُ الى التوتيا وتولَّد اكسيد التوتيا وتركَّب معهُ الحامض الكبريتيك الذي صُبَّ في القمع وتولَّد كبريتات التوتيا . اما الهيدروجين فصعد مارًّا على كلوريد الكلسيوم في ي فانتزع منهُ كل بخار الماء الصاعد معهُ ثم مرَّ على اكسيد النحاس الاسود الحامي فسلب اكسجينهُ وتركَّب معهُ فتولَّد ماء وبخار الماء الذي تولَّد مرَّ على كلوريد الكلسيوم في ب وهو امسكهُ حتى لا يفلت منهُ شيء وبقي في ا نحاس معدني

احمرّ على هيئة مسحوق . ثم فك الآلة وزن الانبوبة ا والانبوبة ب بكل تدقيق فتجد ا قد خفّت وزنًا لانها خسرت اكسجين وتجد ب قد زادت وزنًا لانها كسبت ماء فلنا وزن الانبوبة ا مع اكسيد النحاس الاسود قبل العملية قمحة ١٠٦٠

وزنها بعد العملية : ١٠١٠

الخسارة بعد الوزن من تلقاء ذهاب الاكسجين : ٤٠

وزن الانبوبة ب مع ما فيها

قبل العملية قمحة ٨٠٥

وزنها بعد العملية : ٨٥٠

المكسب ٤٥

اي ما كسبتهُ الانبوبة ب بواسطة الماء الذي تولَّد

فقد استفدنا من هذه العملية انهُ في كل ٤٥ جزءًا من الماء وزنًا ٤٠ جزءًا من الاكسجين وليس في الماء غير اكسجين وهيدروجين فتكون الخمسة الاجزاء الباقية هيدروجين اي في الماء ١٦ جزءًا من الاكسجين بالوزن لكل جزئين من الهيدروجين بالوزن وهذه النسبة بينهما دائمة ابدية لا تتغير ولنا مما نقدّم قاعدة كيماوية عامّة وهي

ان في كل مركّب كيماوي كميات ثابتة معيّنة من العناصر التي تركّب منها وتلك الكميات لا تتغيّر بدون تغيُّر المركّب الناتج منها . فالماء دائمًا ابدًا مركّب من ١٦ جزءًا من الاكسجين

وجزئين من الهيدروجين بالوزن فاذا زاد احد العنصرين لا يكون المركّب ماء بل مادّة اخرى . فلو زاد الاكسجين جزءا واحداً لكانت المادّة المكوّنة أعلى أكسيد الهيدروجين وهو مائع ثقيل لا لون له ولا رائحة ولكن طعمهُ كره قابض واذا اصاب الجلد كواه ولا يثبت الا على حرارة تحت ٥٩° ف فانظر الى الفرق بينهُ وبين الماء العذب الضروري لحياة كل حيّ على وجه الارض وكل ذلك من وجود جزء واحد من الاكسجين بالزيادة عما في الماء

الفصل الثامن

في الماء المالح والعَذْب والاستقطار والتبلور

(٢٢) اذا أُلقي قليل من الملح في الماء العذب يذوب الملح ويتحوّل الماء من العذوبة الى الملوحة وماء البحر مالح بسبب الملح المذوّب فيهِ وكل المياه الطبيعيّة ان كانت من العيون او الانهار او البحيرات او البحر تخالطها بعض المواد الغريبة حتى ان ماء المطر الذي هو انقى المياه الطبيعية يخالطهُ الهواء الكروي وبعض الغازات الموجودة في الهواء مثل غاز الحامض الكربونيك والحامض النيتريك . اما مياه الينابيع فعلى درجات مختلفة من

النقاوة منها حاملة املاح متنوعة نوعها وهي ترشح في طبقات الاتربة و بين صفائح الصخور مثل كربونات الكلس وكبريتات الكلس او الجبس وكبريتات المغنيسيا وكربونات المغنيسيا واملاح حديدية ـ واكثر الينابيع في مائها جانب من غاز الحامض الكربونيك واذا غلب في ماء نبع ملحٌ من الاملاح حتى تغير به طعم الماء صار نبعًا معدنيًا مثل فيجي واذا حمل شيئًا من املاح الحديد صار طعمهُ مثل طعم الحبر واذا حمل شيئًا من الكبريت يتولَّد فيهِ غاز الهيدروجين المكبرت الكريه الرائحة و بعض الينابيع تقذف مياهًا حارَّة لكونها في جوار براكين او صاعدة من اعماق الارض حيث درجة الحرارة عالية . اما مياه الانهار فلا تختلف عن مياه الينابيع الاَّ بكونها حاملة على الغالب مواد غريبة حيوانيَّة ونباتيَّة ولاسيما اذا مرَّت على مدن وضياع . اما ماء البحر فهو حامل فضلاً عن الملح البروم واليود وكلوريد المغنيسيوم و بعض مركبات البوتاسيوم والكلسيوم وكل ما تحملهُ اليهِ الانهر التي تصب فيهِ وكل المياه الطبيعية فيها جانب من الهواء الكروي ولولا ذلك لما عاش فيهِ السمك لان السمك مضطرٌ الى الاكسجين مثل ما يضطر اليهِ الحيوان البري وهو يتناولهُ من الهواء الموجود في الماء فاذا وضعت كاس ماء تحت قابلة على مفرغة الهواء واستخرجت الهواء منهُ ثم وضعت فيهِ سمكة ماتت عن قريب من عدم الاكسجين كما يموت الحيوان البري اذا انقطع عنهُ الهواء

(٢٤) الماء يتنقى من المواد الذائبة فيهِ بواسطة الاستقطار ومن المواد غير الذائبة المختلطة بهِ بالترشيح فاذا اردت ان تستخرج الماء الصرف من ماء البحر اي ان تتخلص من ملحهِ يقتضي تحويلهُ بخاراً بالحرارة ثم اعادتهُ ماء بالتبريد لان البخار يصعد ويترك المواد الذائبة وراءهُ ثم متى أُعيد ماء يكون خالصاً من كل مادة غريبة*

العملية الثالثة والعشرون . الاستقطار يتمُّ بالقرعة والانبيق كما في الآلة المستعملة لاستخراج العرق وماء الورد وماء زهر البرطقال الصُفَيري المعروفة بالكركة وابسط هيئات هذه الالة مرسوم في الشكل السادس عشر فالقرعة موضوعة على منصب حديد وعنقها نافذ في عنق قابلة موضوعة في

شكل ١٦

وعاء ماء بارد او يُجرَى عليها مجرى ماء باردٍ من حنفيّة او تبرَّد بواسطة خرق مغموسة في الماء البارد وتفرش عليها فعندما يُغلَى الماء في القرعة بقنديل غازي او الكحولي يصعد البخار وعندما يصيب القابلة المبرَّدة يتحوَّل ماء فيُجمَع في القابلة . والماء المستقطر

عن ماء مالح او عن ماء النهر او الينبوع او الشتاء ماءٌ صرف عديم الطعم وكثيرًا ما تستخدم هذه الطريقة في السفن في الابحر الكبار لاجل الحصول على الماء للشرب ولكن اذا كان في الماء مادَّة تتصعَّد بالحرارة فهي تصعد مع البخار وربما تعود معهُ مائعًا او ذائبًا ايضًا فلو وضعنا في القرعة زهر الليمون او زهر الورد الموجود في كلٍ منها مادَّة طيَّارة لصعدت تلك المادَّة بالحرارة ثم عادت مائعًا او ذائبًا مع بخار الماء في الانبيق المبرَّد كما في استخلاص ماء الزهر وماء الورد بالكركة

(٣٥) في بعض المياه الحلوة كميات جزئية من الملح غير كافية لتغيير طعم الماء حتى لا يدل الذوق على وجودهِ وفي الاعمال الكيموية لا يسوغ الاتكال على الذوق لانهُ لا يشعر بوجود الكميات الجزئية وهي كافية لتفسد الماء حتى لا يصلح لعمل كيماوي ولذلك تستعمل مواد كاشفة فكل مادة تكشف عن وجود غيرها سُمّيت كاشفًا والكاشف للملح الدال على وجودهِ في الماء مهما كانت كميتهُ جزئية هو نيترات الفضة

العملية الرابعة والعشرون. ضع قمحة من نيترات الفضة في قنينة نظيفة وذوبها في نحو ثمانية دراهم ماء مستقطر واكتب على القنينة محلول نيترات فضي واحفظهُ في الظلمة للاستعمال عند الحاجة اليهِ

ثم خذ قدحين نظيفين واملأهما ماء مستقطرًا او ماء المطر

النقي واتق . في احدها قطعة ملح على قدر قطورة الدبوس ثم ذق الماء في القدحين فلا تشعر بفرق بينهما ولا تستطيع ان تميز بالذوق ايهما فيهِ الملح وايهما خالٍ منهُ . ثم اقطر من محلول النيترات الفضي ثلاث او اربع قطرات في كلٍ من القدحين فترى الماء في احدهما يبقى صافياً وفي الآخر اي الذي فيهِ الملح يتعكر او يبيضّ قليلاً من توليد الملح مع النيترات الفضي كلوريد الفضة الذي لا يذوب في الماء فيتعكر بهِ وترى من هذا العمل ان الكيمياوي بواسطة الكواشف يكشف عن كميات جزئية من المواد المبحوث عنها التي لا تشعر بها الحواس

(٣٦) الذوبان والتذويب او الاذابة والاشباع

اذا غلب الالتصاق بين دقائق جامد ومائع على التصاق دقائق الجامد بعضها ببعض قيل ان الجامد ذاب في المائع او ان المائع ذوّب او اذاب الجامد مثالهُ ذوبان الملح او السكر في الماء وذوبان الكافور في الكحول وذوبان الرصاص او الفضة في الزيبق فالماء يغلب التصاق دقائق السكر او الملح بعضها ببعض حتى يتفرق بينهما وتلصق دقيقة من السكر او الملح بدقيقة من الماء وقس البواقي وان لم يستطع سيال او مائع ان يغلب الالتصاق بين دقائق جامد قيل ان ذلك الجامد غير قابل الذوبان في ذلك المائع مثالهُ الطباشير غير قابل الذوبان في الماء اي الماء

لا يستطيع ان يغلب التصاق دقائق الطباشير بعضها ببعض . والصمغ غير قابل الذوبان في الكحول اي لا يستطيع الكحول ان يغلب الالتصاق بين دقائق الصمغ . والكافور غير قابل الذوبان في الماء اي الماء لا يستطيع ان يغلب التصاق دقائق الكافور بعضها ببعض ولكن الماء يذوّب الصمغ والكحول يذوّب الكافور فقد تكون مادّة قابلة الذوبان في مائع وغير قابل الذوبان في مائع آخر . وكل ما يضعف الالتصاق بين دقائق الجامد يسهل تذويبهُ فالمسحوق اسهل ذوبانًا من غير المسحوق والحرارة على الغالب تعين على التذويب لانها تضعف قوة الالتصاق بابعاد الدقائق بعضها عن البعض غير ان بعض المواد اسرع ذوبانًا في الماء البارد مما هي في الماء الحار ومنها الكلس

بعض المواد تذوب في الماء بسهولة مثل السكر والصمغ والصودا والشبّ الابيض والبعض يذوب منهُ شيء قليل مثل الجبس والكلس والبعض لا يذوب منها شيء في الماء الصرف مثل الرمل والصوّان والطباشير

اذا أَلقيت كميات جزئية من الملح او السكر في الماء وكررت العمل عدّة مرات يذوب الجامد في الماء الى ان تكون قد القيت منهُ فيهِ كميةً معلومةً ومن ثم لا يعود يذوب منهُ شيء بل يغرق الى اسفل الوعاء اي الماء شبع من السكر او الملح فعند ما يكون مائع قد ذوّب من جامدٍ كل ما يستطيع عليهِ قيل انهُ مُشبَع

والاشباع يقع عندما يكون الالتصاق بين الجامد والسيال موازنًا للالتصاق بين دقائق الجامد بعضها ببعض

(٢٧) عند ذوبان جامد في مائع لاتفنى قوة التصاق دقائقهِ بعضها ببعض بل تلغى فقط بغلبة قوة التصاق المائع بهِ فان أُضعفت هذه القوة عادت القوة الاولى الى فعلها وعاد الجامد جامدًا

العملية الخامسة والعشرون . خذ نحو ثمانية دراهم الكحول والق فيهِ نحو نصف درهم كافور فيذوب الكافور سريعًا . ثم خفف قوة الكحول باضافة ماء اليهِ فترى الكافور حالاً يفلت منهُ ويسقط الى اسفل الوعاء وهذا العمل اي اعادة جامد بعد تذوبهِ سُمّي ارسابًا والمعاد راسبًا او رسوبًا

(٢٨) التبلور

بعض المواد اذا ذُوّبت ثم أُعيدت جوامد تاخذ هيئات هندسية منتظمة قانونية وهذا العمل سُمّي تبلورًا

العملية السادسة والعشرون . ركّب كاسًا صينيًا او بلوريًا على منصب حديد كما في شكل ١٧ وضع فيهِ نحو عشرة دراهم ماء



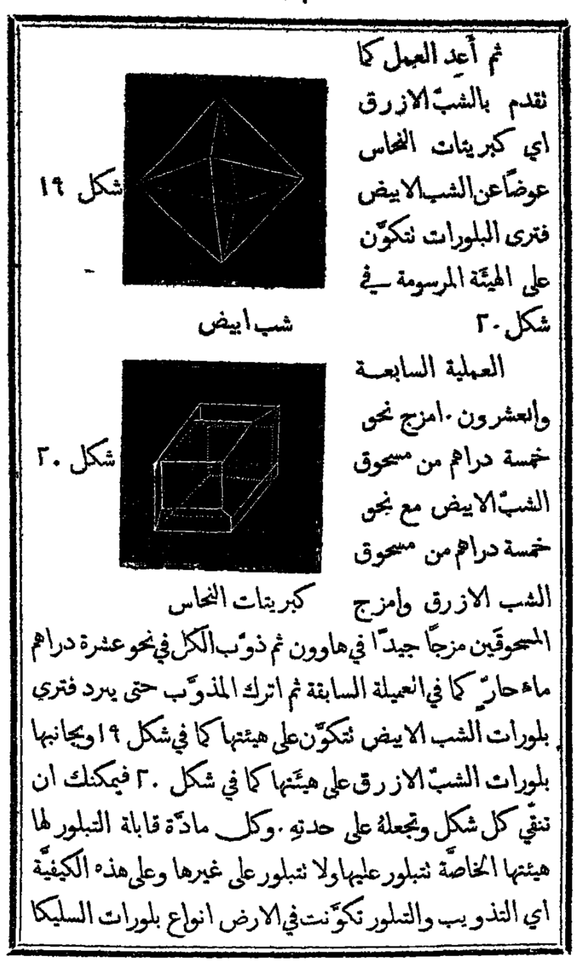
شكل ١٧

واغلِ الماء بقنديل الكحولي
والقِ فيهِ نحو عشرين درهماً
من الصودا الكاوي فيذوب
جميعهُ في الماء الحار ثم انزع
القنديل من تحتهِ واتركهُ حتى
يبرد فترى قطع الصودا تتجمع
على جدران الكاس على هيئة
اجسام لامعة سُمّيت بلورات
وهذا العمل سمي تبلوراً واذا لاحظت بلورات الصودا تراها
جميعاً على شكل واحد او هيئة واحدة غير انها تختلف جرماً اي
بعضها اكبر من البعض وهي على الهيئة المرسومة في شكل ١٨ اي
هرمين سطوحهما متساوية بينهما قاعدة واحدة مستطيلة وهما
مائلان عليها

أَعد العمل كما تقدم بالشب الابيض عوضاً عن الصودا
الكاوي فترى البلورات
تتكوّن على الهيئة المرسومة
في شكل ١٩ اي البلورة
على هيئة هرمين متساويين
قائمين على قاعدة واحدة
بينهما

شكل ١٨
صودا

ثم أعِد العمل كما نقدم بالشبّ الازرق اي كبريتات النحاس عوضًا عن الشب الابيض فترى البلورات تتكوّن على الهيئة المرسومة في شكل ٢٠



شكل ١٩

شب ابيض

شكل ٢٠

كبريتات النحاس

العملية السابعة والعشرون . امزج نحو خمسة دراهم من مسحوق الشبّ الابيض مع نحو خمسة دراهم من مسحوق الشب الازرق وامزج المسحوقَين مزجًا جيدًا في هاوون ثم ذوّب الكل في نحو عشرة دراهم ماء حارٍّ كما في العملية السابقة ثم اترك المذوّب حتى يبرد فتري بلورات الشب الابيض تتكوّن على هيئتها كما في شكل ١٩ وبجانبها بلورات الشبّ الازرق على هيئتها كما في شكل ٢٠ فيمكنك ان تنقّي كل شكل وتجعلهُ على حدتهِ . وكل مادّة قابلة التبلور لها هيئتها الخاصّة تتبلور عليها ولا تتبلور على غيرها وعلى هذه الكيفيّة اي التذويب والتبلور تكوّنت في الارض انواع بلورات السليكا

والماس والياقوت والجمشت والفلور وما شاكل ذلك غير اننا لا نعلم كيف تذوَّبت في جوف الارض اولاً حتى اخذت تلك الهيئات البلورية الجميلة . والماء ايضاً عند احالتهِ الى الجمودة اي الجمد ياخذ هيئات بلوريَّة جميلة وقطع الثلج الساقطة من طبقات الهواء العليا هيئات بلوريَّة جميلة . انظر كتاب العروس البديعة في علم الطبيعة شكل ١٢٧

ثم اجرِ العمل كما تقدَّم واستعوض عن الشب الابيض والازرق بملح البارود وملح الطعام فترى ملح البارود يتبلور على هيئة ابر ومنشورات وملح الطعام على هيئة كعوب وبهذه الواسطة يطهر ملح البارود قبل استعمالهِ لاصطناع البارود

(٣٩) ماءُ التبلور

ان بعض الموادّ لا تتبلور حتى تتركَّب تركيباً كيماويًا مع كمية معينة من الماء سُمّي ماءَ التبلور وهو غير ضروري لتركيب المادَّة الكيماوي ولكنهُ ضروري لها لاجل الهيئة البلورية فبلورة من الشب الابيض نصف وزنها ماءٌ تقريباً ولولا هذا الماء لما تبلور الشبّ مع ان تركيبهُ الكيماوي هو هو ان تبلور وان لم يتبلور . ووجود هذا الماء يبرهَن بوضع بلورة من الشبّ على قطعة حديد حامية فتراها ترغي وتذوب ثم تتحوَّل الى مادَّة بيضاء ذات مسام . وبعض البلورات اذا عرِضت للهواء تخسر ماءَ التبلور المحتبس

فيها فتتحوّل الى مسحوق كما يُرَى اذا وضعت بلورة كبريتات الصودا في الهواء وهذا العمل سُمّي تزهرًا والبلورة المتزهرة تخسر جانبًا من وزنها . اما ملح الطعام وملح البارود فليس فيهما ماء تبلور فلا يحدث لهما شيء مما ذُكر. وبعض البلورات اذا عرضت للهواء تمص منهُ ماء فتذوب فيهِ بعض الذوبان او كلهُ وهذا العمل سُمّي تميعًا وتبويلاً

ثم ان بعض البلورات بعد طرد ماء التبلور منها بالحرق كما في الجص المشوي تبقى على شراهتها للماء واذا اضيف ماءٌ الى الجص المشوي يتحد معهُ بالحال ولو كان رخوًا سيالاً في اول الامر من مزجهِ بالماء يجمد ويتصلب عن قريب بتركيب الماء معهُ تركيبًا كيمياويًا ومن هذا القبيل فائدتهُ في اصطناع القوالب وما شاكل ذلك . ومن هذا النوع بعض الاتربة التي تجمد وتتصلب تحت الماء كالتربة المعروفة بالتربة الافرنجية او الرومانية

الفصل التاسع

في ماء المطر والينابيع والانهر

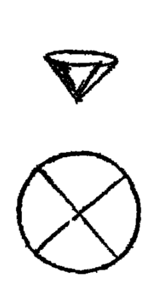
(٤٠) اطهر المياه في الطبيعة هو ماء المطر

ان ماء المطر هو الماء الارضي الذي قد تحوّل بالحرارة

بخارًا ثم تكاثف وسقط على هيئة المطر وهو بالحقيقة ماء مستقطر
وهذا الاستقطار اي تصعيد بخار الماء بحرارة الشمس والهواء ثم
تكاثفهُ جارٍ في كل الدنيا كل حين بل كل نقطة من الماء
الجاري على وجه الارض قد تصعَّد من البحر بخارًا ثم سقط مطرًا
وإذا اردنا ماء صرفًا لاجل اجراء بعض الاعمال الكيماوية
نستقطرهُ لكي نخلص من كل مادَّة غريبة فيهِ. واما ماء المطر
فليس بخالص على التمام وان كان مستقطرًا في اول الامر لانهُ
حاوٍ هواء كرويًّا وعلى الغالب في سقوطهِ من الغيم يمصّ الحامض
الكربونيك الكائن في الهواء كما علمت وبعض الاحيان يحوي
شيئًا قليلاً من الحامض النيتريك بما يكفي لنزع صلاحيتهِ للاعمال
الكيماوية ولكنهُ على كل حال اطهر المياه الطبيعية

(٤١) بعض المواد الغريبة في الماء ممزوجة بهِ مزجًا والبعض مذوبة فيهِ تذويبًا

ان المياه الجارية في السيول والانهار من الجبال والسهول الى
البحر حاملةٌ معها رملاً وترابًا وقطعًا صغارًا من موادّ كثيرة تُلقى اليها
او تقع فيها واذا غرفت من ماء النهر في وعاء وتركتهُ على هدوّ
تنفرد تلك المواد وتسقط الى اسفل الوعاء اذا كانت ذات ثقل اي
اذا كان ثقلها النوعي اكثر من ثقل الماء النوعي (انظر الجزء
الاستفتاحي عدد ٢٠ و٢١) والا فتبقى ممزوجة في الماء عائمةً فيهِ ولكنا





نجردها وننقي الماء منها بواسطة الترشيح اي بامرار الماء غير الطاهر على مرشحة مصنوعة من القرطاس النشاش ونصنع المرشحة بطي

شكل ٢١

القرطاس كما في شكل ٢١ ثم توضع في قمع من البلور او الزجاج كما في الشكل وكثيراً ما نستعمل في البيوت مرشحات من الرمل او الفحم المسحوق وبعض انواع الخزف لها مسامّ يرتشح منها الماء مثل الخزف البيروتي والبواقيل المصرية وبهذه الواسطة يتطهر الماء من المواد العائمة فيهِ او الممتزجة بهِ مزجاً . اما المواد المذوّبة فيهِ تذويباً فلا تزال منهُ بواسطة الترشيح وهذا وجه آخر للتمييز بين المزج والذوبان

العملية الثامنة والعشرون . خذ قليلاً من مسحوق الكركم (وهو المسمّى عند البعض عقدة صفراء) واصنع منهُ صبغة بوضعهِ في قليل من الكحول فلك من ذلك سيال اصفر فاقع . اقطر من هذه الصبغة بعض القطرات في قدح ماء صافٍ فيتلوّن الماء باللون الاصفر الجميل ثم رشح هذا الماء بالمرشحة القرطاسية (كما

في شكل ٢١) او رملية فترى الماء ينفذ من المرشحة اصفر اللون كما كان اي المادّة الملوّنة الصابغة مذوّبة في الماء ولا تجرّد منهُ بالترشيح بل يقتضي لذلك الاستقطار لانهُ بالاستقطار لا يصعد الاّ بخار الماء فلا يتولّد منهُ بعد التبريد الا الماء

علّة الترشيح هي ان المسامّات او المنافذ التي ينفذ منها السيال هي انابيب شعرية وسُمّيت شعرية لدقتها وهي تجذب السيال اليها من جانبهِ حتى ينفذ من الجانب الآخر. اما قرطاس الكتابة فلا يصلح للترشيح لانهُ مصقول بالنشاء والنشاء سادّ الانابيب المشار اليها فلا ينفذ فيها السيال

(٤٣) الماء الذي يرغي بالصابون والذي لا يرغي بهِ

ان الغسّالات يفضلنَ ماء المطر على سائر انواع الماء لاجل الغسل لانهُ يرغي ارغاء حسنًا اي يذوّب الصابون تذويبًا جيدًا وذلك يعين على تنظيف المغسول. ودون ماء المطر ماء النهر غالبًا. واذا اغليت كمية من الماء المستقطر في وعاء نظيف حتى يتبخر كلهُ لا يبقى في الوعاء شيء واذا فعلت ذلك بماء النهر تبقى بعض المواد في اسفل الوعاء لان الماء الجاري على الارض والمترشح في التراب وعلى الصخور لا بد ان يصيب في مروره مواد قابلة الذوبان فيذوبها ويحملها معهُ وعلى هذه الكيفية يضاف الى البحر

على الدوام موادّ حاملتها مياه الانهار . وان كانت التربة التي يرشح فيها ماء النهر كلسية يحمل الماء من مركّبات الكلس وان كانت كبريتية يحمل الماء من مركّبات الكبريت وان كانت ملحية يحمل الماء الملح واذا مرّ نهر على مدن او ضياع فلا بد من دخول عوارض كثيرة عليهِ حتى لا يصلح ماؤها للشرب . وماء بعض الانهر وبعض الينابيع لا يرغي بالصابون ولا يصلح لغسل الثياب بهِ وماء البعض يرغي فيصلح للغسل والماء الذي لا يرغي سُمّي عند بعض الناس قاسيًا او خشنًا والذي يرغي سُمّي ناعماً . وذلك على الغالب من وجود موادّ كلسية فيهِ ولا سيما كبريتات الكلس او الجص كما يتضح من هذه العملية

العملية التاسعة والعشرون . املأ وعاء من ماء المطر او الماء الناعم حسبما تقدّم والقِ فيهِ نحو درهم من مسحوق الجص وحرّكهُ ثم اتركهُ حتى يصفى ثم ارشح الجميع بورق نشاش فترى الماء صافيًا ولكن اذا حاولت غسل يديك بهِ ترى الصابون لا يرغي واذا ذوّبت قليلاً من الصابون في ماء ناعم والقيت من الصافي نحو فنجان في الماء القاسي تجدهُ يتخثّر ويتعكّر

قد استفدنا من هذه العملية ان وجود الجص مذوّبًا في الماء يفسدهُ حتى لا يصلح للغسل مع الصابون ولو أُغليت الماء الحاوي الجص تجدهُ بعد الغليان قاسيًا كما كان قبلهُ . واملاح المغنيسيا ايضًا تجعل الماء قاسيًا حتى لا يصلح للغسل مع الصابون

غير ان هذه الاملاح لاتذوب الا في ماء حاوٍ جانبًا من الحامض الكربونيك وبالغليان يُطرَد الحامض هذا فترسب المادَّة المغنيسية ويصير الماء ناعماً نوعًا اي يرغي مع الصابون بعض الارغاء

اما الماء الحاوي الجص فيصلح باضافة البوتاسا اليهِ ولذلك ترى الغسَّالات يستعملنَ ماء قد تصفى عن رماد الحطب وذلك لان رماد الحطب حاوٍ بوتاسا فاذا مُزِج بالماء يذوّب الماء البوتاسا فيفيد لاصلاح الماء الحاوي املاح الكلس لاسيما الجص لانهُ ياخذ الحامض الكبريتيك من الجص ويتكوّن كبريتات البوتاسا الذي يذوب في الماء ويترك الكلس الذي يرسب الى اسفل الوعاء لانهُ لايذوب في الماء الا قليلاً

العملية الثلاثون . خذ كمية من ماء الكلس الصافي وانفخ فيهِ بواسطة انبوبة كما في العملية العاشرة فترى الماء يتعكر من توليد كربونات الكلس اي الطباشير غير القابل الذوبان ثم أدِمِ النفخ نحو خمس دقائق فترى الماء يصفى صفاء غير تامّ ويتمّ تصفيتهُ بترشيحهِ عن مرشحة قرطاسيةٍ ويخرج الماء من المرشحة على غاية الصفاء ولكن اذا امتحنتهُ بالصابون ترى انهُ لايذوّبهُ اي بقي الماء قاسيًا وعلّة ذلك ان الطباشير وان كان لا يذوب في الماء الصرف يذوب في الماء الحامل جانبًا من الحامض الكربونيك فصار في الماء الذي عاملتهُ جانب من الطباشير

مذوّبًا فيهِ بواسطة الحامض الكربونيك الذي نفخنهُ فيهِ . وإذا أغليت الماء يُطرّد منهُ الحامض الكربونيك فيرسب الطباشير الذي كان ذائبًا فيهِ الى أسفل الوعاء وذلك نستطيع ان نحققهُ بالامتحان . ثم اذا رشحتهُ وامتحنتهُ بالصابون تجدهُ برغي اي صار ناعمًا بواسطة الغليان . وإيضًا يُصلَح الماء المذوّب فيهِ طباشير باضافة ماء الكلس الصافي اليهِ والكلس يتحد مع الحامض الكربونيك الحرّ مكوّنًا كربونات الكلس اي الطباشير فيسقط الكل الى اسفل الوعاء اعني الذي كان ذائبًا في الماء والذي تولّد باضافة ماء الكلس الى الماء وكثيرًا ما تستعمل هذه الطريقة لاصلاح الماء القاسي من تلقاء وجود الطباشير فيهِ

(٤٣) اذا جرت مياه بلادٍ او محلٍّ على صخور كلسيّة طباشيريّة تذوّب شيئًا منها فتصير قاسية لوجود كربونات الكلس فيها وإذا جرت على صخور الجص تصير قاسية لوجود الجص فيها فالاول يُصلَح بالغليان واما النوع الثاني فلا يُصلَح بالغليان كما تقدّم . فتجد في الاباريق والخلاقين التي تُغلَى فيها تلك المياه مدة قشرة من كربونات الكلس الراسب بعد تطيير الماء بخارًا وإذا جرت المياه على صخور من الحجر الازرق المعروف بالكرانيت او الحجر السماقي تبقى صافية ناعمة لانهُ ليس في تلك الصخور ما يستطيع الماء على تذويبهِ . وانقى الماء المعروف على سطح الارض هو ماء نهر لوْكا في شمالي أسوج الجاري على صخور الكرانيت هناك

فانهُ حاوٍ $\frac{1}{2}$ من القمحة من مادة جامدة لكل رطل ونصف من الماء اي لكل اربع ليترات تقريبًا

(٤٤) المياه الحاوية مواد معدنيَّة غريبة كما تقدَّم قد تصلح للشرب وقد لا تصلح كما رأيت غير ان ضررها على الغالب قليل . اما المياه الجارية على مدن وضياع وقرى فتجرف كثيرًا من المواد الحيوانية الفاسدة وهي شديدة الضرر وربما ولدت امراضًا وبائية في السكان الذين يستعملونها وكذا المياه المجتمعة في بِرَك وصهاريج الجارية اليها عن جوار البيوت او عن السطوح فهي حاملة كثيرًا من المواد الحيوانيَّة والنباتيَّة في حالة الفساد واذا دخلت في اجواف البشر والحيوان بالشرب منها ربما ولدت فيهم امراضًا شديدة عضَّالة والانتباه الى صحة الماء التي تشرب منها الاهالي والى نقاوتهِ هو من اهمّ الامور الصحية فتجد الصحة العامة على الغالب بالنسبة الى النظافة وجودة الماء ونقاوتهِ

(٤٥) الغازات تذوب في الماء

ذُكر انفًا ان الماء حاوٍ جانبًا من الهواء الكروي ومن الحامض الكربونيك غالبًا ولولا وجود الهواء الكروي فيهِ لما عاش فيهِ السمك والفرق الواضح في الذوق بين ماء المطر والماء المستقطر وماء النبوع هو من قبل وجود الهواء والحامض الكربونيك بكثرة في ماء الينابيع وقلّة وجودها في ماء المطر

وعدمهِ في الماء المستقطر والهواء الكروي المذوَّب في الماء حاوٍ من غاز الاكسجين اكثر مما في الهواء الاعتيادي اعني انهُ في الهواء الاعتيادي ٢١ جزءًا في المئة اكسجين والباقي نيتروجين واما الهواء المذوَّب في الماء فاكسجينهُ ٣٠ او ٣٢ في المئة واذا مرَّ على ماء غاز منتن او سامٌّ غير منتن فلا بدَّ للماء من ان يمص بعضهُ فيؤذي من يشرب منهُ .

الفصل العاشر

في التراب او التربة او الارض

(٤٦) ذكرنا انفًا (عدد ٥) ان القدماء عدّوا العناصر اربعة اي النار والهواء والماء والتراب وقد تعلمنا مما سبق ان النار هي الحرارة المتولدة من الاشتعال والاشتعال هو اتحاد مادَّة مع مادَّة اخرى اي اتحاد اكسجين مع المادَّة المشتعلة وتعلمنا ايضًا ان الهواء مزيج مؤلف من امتزاج غازين اي اكسجين ونيتروجين وان الماء المكتنف الارض مركَّب من غازين اي اكسجين وهيدروجين . اما التراب او التربة او الارض فلا يسعنا هذا المختصر ان نذكر الا القليل من المواد التي تحواها والتي تُستخرَج

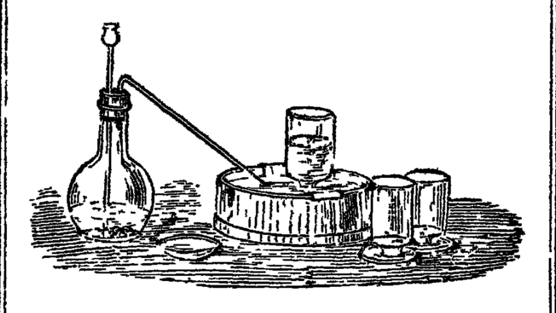
منها وعوضاً عن ان تكون عنصراً هي مشتبكة التركيب فيها عناصر ومركبات كثيرة

الارض جامدة لان حرارتها قليلة فلو زادت حرارتها بالكفاية لتحولت من الجمودة الى السيولة وكل انواع الاتربة والحجارة والمعادن والصخور تتحوّل الى حالة السيولة بواسطة الحرارة العالية وكثيراً ما نرى الحديد والنحاس والذهب والفضة تتحوّل الى السيولة بالحرارة حتى تُسكَب من وعاء الى وعاء كالماء ولو زادت الحرارة بالكفاية لتحولت كل تلك المواد الى الحالة البخارية ثم الغازية والحرارة في جوف الارض كافية لصهر جميع المواد الارضية وهي مصهورة اقلهُ في مواضع منها كما نرى من قذفها في حالة الصهر من افواه البراكين على مقادير وافرة تجري من جوانب الجبال وتطمر حقولاً وضياعاً ومدناً وفي السنين القديمة اعني سنة ٧٠ ب م غرقت مدينة هركولانيوم تحت المواد المصهورة المنقذفة من بركان جبل بزوف بقرب مدينة نابلي ولو كانت عندنا وسائط كافية لرفع الحرارة الى درجة الحرارة في الشمس لربما حللنا بها موادّ نحسبها الآن بسيطة لعدم معرفتنا بواسطة كافية لحلّها فاذا كانت الارض والاتربة مركبة يقتضي ان نفحصها ونمتحنها لعلّنا نستدل على المواد التي تركبت منها او على البعض منها

(٤٧) من اشهر المواد واكثرها وجوداً الطباشير

والرخام فلنستفتح بحثنا بهما

العملية الحادية والثلاثون . ضع بعض القطع من الرخام او من الطباشير (لانهما على تركيب واحد كيماوي) في قنينة ذات



شكل ٢٣

سدادة محكمة نافذة فيها انبوبة عكفاء وقمع كما في شكل ٢٣ وصبّ على القطع ماء ثم صبّ في القمع قليلاً من الحامض الهيدروكلوريك او الكبريتيك فترى فقاقيع غاز تصعد من الماء ثم استلق الغاز الصاعد في قنينة كما في شكل ٢٤ فهي تمتلئ من الغاز سريعاً ولكونهِ اثقل من الهواء الكروي يهبط الى اسفل الوعاء وكل ما امتلأ طرد الهواء منهُ حتى يشغل فراغ الوعاء كلهُ ثم اذا ادخلت في القنينة شمعة مضيئة تنطفئ حالاً واذا ادخلتها في قنينة اخرى لا تنطفئ . ثم ضع قليلاً من ماء الكلس

الصافي في القنينة فتراهُ يتعكر عن قريب مثل اللبن. ثم ضع شمعة مضيئة في كوبة او قنينة اخرى واسكب من الغاز عليها كانك تسكبهُ من وعاء الى وعاء كما في شكل ٣٢ فحالما يصب الغاز لهيب الشمعة ينطفئ وهذا الغاز الثقيل هو غاز الحامض الكربونيك الذي حصلنا عليهِ من الطباشير او من الرخام ومن



شكل ٣٢

خصائصهِ ان يحمر اللتموس ويطفئ اللهيب ويعكر ماء الكلس الصافي وبسبب ثقلهِ يُسكَب من وعاء الى وعاء. وهذا الحامض مركَّب في الطباشير والرخام مع شيء آخر ولكي نستدل على ذلك الشيء لنضع قطعة من الرخام او من الطباشير في النار ونحميها بالتدريج مدة دقائق فعندما نخرجها من النار نرى صفاتها قد تغيَّرت واذا سكبنا عليها حامضاً لا تصعد عنها فقاقيع غاز كما في الاول. فالامر ظاهر انها خسرت الحامض الكربونيك بالاحماء واذا سكبنا عليها ماء تحول القطعة مسحوقًا ابيض وتحمى حتى يغلي الماء الذي سكبناهُ عليها اي الرخام او الطباشير بخسارتهِ الحامض الكربونيك قد تحوَّل الى كلس حراق او كاوٍ واذا سكبنا ماء على الكلس يروب اي يتحد مع الماء ويكوّن ما سُمّي هيدرات الكلس. فقد استفدنا من هذا الامتحان (١) ان الرخام

والطباشير كلاًّ منها مركّب كيماوي اجزاؤهُ الكلس والحامض الكربونيك (٣) ان النار او الحرارة تطرد الحامض الكربونيك وتفسخ الاتحاد بينهُ وبين الكلس و(٣) انهُ من مادّة ترابية قد يُستخرَج غاز

(٤٨) ان هذا الغاز اعني غاز الحامض الكربونيك سامّ جدًّا يقتل من يتنفسهُ مدة بعض الدقائق وهو يصعد (مع غاز آخر اشد ضررًا منهُ) عن الفحم المشتعل . فكم من الناس قطسوا بتنفس هذا الغاز في محل ضابط في ايام البرد اذا اشعلوا فحمًا في كانون للتدفئة بهِ وبما انهُ اثقل من الهواء الكروي يسقط الى ارض المحل فالجالس على الارض او النائم على الارض يتضرر بتنفسهِ وربما ينجو مَن كان جالسًا على كرسي او نائمًا على سريرٍ عالٍ وهو يتكوّن في بعض الآبار والسراديب فقبل دخول احدٍ الى تلك المحال يجب ان يُمتحَن هواؤُها بادخال قنديل اليها فاذا انطفأ اللهيب عُرِف انهُ فيهِ غاز الحامض الكربونيك وان الدخول اليهِ خطر وكذلك اذا ضعف لمعان اللهيب يقتضي التحذر من الدخول اليهِ واذا انسمّ احدٌ بغاز الحامض الكربونيك يقتضي اخراجهُ الى الفلاء وان يُطرَح عليهِ ادلية من الماء البارد ويُدلَك بشدّة لاجل مساعدة دورة الدم فسكب الماء البارد على المصاب فجأةً يجعلهُ يتنفس فيدخل الهواء النقي الى الرئتين وذاك اكبر واسطة لدفع الضرر من تلقاء فعل هذا الغاز السامّ

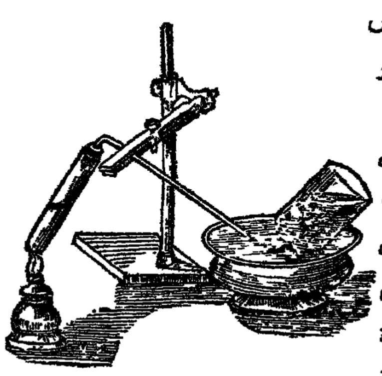
ان جميع الاشربة الفائرة مثل الشمبانيا والبيرا وماء الصودا متوقفة على احتباس هذا الغاز فيها تحت الضغط فحالما يُرفَع عنها الضغط يفلت الغاز ويحدث الفوران من صعود فقاقيعهِ بسرعة

الفصل الحادي عشر
في استحضار الاكسجين

(٤٩) لم يكشف احد عن وجود غاز الاكسجين في الطبيعة حرًّا اي غير مربوط بمادة اخرى لانهُ على الدوام ممزوج بمواد اخرى او مركَّب معها ولكنهُ اكثر وجودًا من سائر العناصر المعروفة وهو داخل في تركيب اكثر الاتربة وهو موجود في الرخام المستعمل في العملية السابقة مربوطًا مع الكربون على هيئة الحامض الكربونيك السامّ ولكن فسخهما عسر جدًّا فلنمتحن نوعًا آخر من الاتربة

العملية الثانية والثلاثون. ضع قليلاً من اكسيد الزيبق الاحمر المعروف عند الصيدلي بالراسب الاحمر في انبوبة كشف من الزجاج الصلب وسدَّها بفلينة مثقوبة وامرر بالثقب انبوبة عكفاء كما في شكل ٢٤ وانفذ طرفها تحت فوهة قنينة ملآنة

ماء مقلوبة في حوض
او معجن او دلو
واحمِ الاكسيد
الزيبقي الذي في
انبوبة الكشف
بقنديل الكحولي
فتراهُ يسودُّ ثم ترى
نقط لامعة منتثرة
على جدار الانبوبة
من داخلها في القسم



شكل ٢٤

البارد منها وتفلت من طرف الانبوبة العكفاء تحت فم القنينة فقاقيع غاز فتطرد الماء من القنينة واذا اطلنا العمل قليلاً يُطرَد كل الاكسجين وتبقى المادّة اللامعة المشار اليها داخل الانبوبة . وبعد زوال كل المسحوق الاحمر الذي وضعتهُ في انبوبة الكشف انزع الفلينة من فمها ثم انزع القنديل من تحتها وادخل الى الانبوبة او الى الغاز الذي جمعتهُ في القنينة قشةً او فتيلة على راسها شرارة نار فتراها تهب بالحال مشتعلةً بلهيب ساطع وهذا برهان على كون الغاز الذي جمعناهُ اكسجين اذ لا يُعرَف غاز آخر لهُ هذه القوَّة على التشعيل واذا جمعت النقط اللامعة الكائنة في انبوبة الكشف تجدها زيبقًا صرفًا لا غير وصفاتهُ الظاهرة معروفة

فقد استفدنا من هذه العملية ثلثة امور وهي

(١) التربة الحمراء المعروفة بالراسب الاحمر او أكسيد الزيبق موءلف من غاز الاكسجين والزيبق المعدني الصرف

(٢) ان الحرارة تفسخ الاتحاد بينهما بسهولة

(٣) ان الزيبق كلهُ يمكن تحويلهُ بخارًا لانك اذا ادمت العمل بعد نزع الفلينة من انبوبة الكشف يتحوّل الزيبق كلهُ بخارًا بالحرارة فيطير ولا يبقى منهُ شيء ولو اجريت هذا العمل الف مرة وجدت ان وزنًا مفروضًا من الاكسيد يعطيك وزنًا معلومًا من الاكسجين ووزنًا معلومًا من الزيبق

(٥) واستفدنا ايضًا سبب تسمية هذه التربة اكسيد الزيبق لانهُ على اصطلاح الكيماويين اذا تركّب اكسجين مع مادّة اخرى سمّي الناتج اكسيد تلك المادّة فكلما سمعت لفظة اكسيد عرفت انهُ يتضمن مركبًا من الاكسجين ومادّة اخرى فاكسيد الحديد مركب من اكسجين وحديد واكسيد النحاس مركّب من اكسجين ونحاس وكذا لو قلت زيبق اكسيد او حديد اكسيد او نحاس اكسيد وقس على ذلك فالاسم في علم الكيميا دالّ على تركيب المسمّى ولا يخفاك ما في ذلك من فائدة

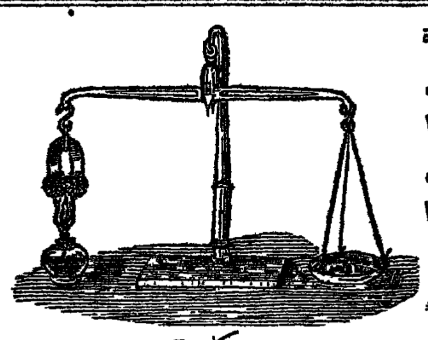
وقد وُجد بالامتحان المكرر ان نسبة الزيبق الى الاكسجين بالوزن في هذه التربة اي زيبق اكسيد هو كنسبة ٢١٦ الى ١٦ اي اذا اخذت ٢١٦ رطلاً من المسحوق تحصل منهُ على ١٦ رطلاً

من الاكسجين و٣٠٠ رطل زيبق وإذا اخذت ٢١٦ درهماً منهُ تحصل على ٢٠٠ درهم من الزيبق و١٦ درهم اكسجين ابدًا دائمًا وهذا برهان آخر فوق ما ذُكر انفًا اي ان المادَّة المركَّبة المفروضة هي دائمًا على تركيب واحد لا يتغير وإذا تغير التركيب تغيرت المادَّة اي صارت مادَّة اخرى

(٥١) ان الاكسجين داخل في تركيب الجانب الاكبر من المواد التي حولنا مثل الصخور والرمول وانواع التراب وكل المعادن اذا تاكسدت تزيد وزنًا

في الدارج نسمّي المواد التي تُستخرَج من الارض معادن جمع معدن من عَدَن بالمكان اقام بهِ والمعادن مثل الحديد والنحاس والفضَّة والزنك والرصاص تتركَّب مع الاكسجين فيتولد من كل شكل آكسيدهُ وكل معدن تاكسد يزيد بذلك وزنهُ لانهُ قد اضيفَ الى وزنهِ الاصلي وزن الاكسجين الذي تركَّب معهُ وذلك يبرهن بهذه العملية

العملية الثالثة والثلاثون. خذ مغنيطًا على هيئة هذا الشكل ⋂ واغمس طرفيهِ في برادة الحديد فترى البرادة تلتصق بهما ثم علقهُ اي المغنيط بطرف ذراع ميزان عوضًا عن كفتهِ الاعتيادية وعيّرهُ بالتدقيق (كما في شكل ٣٥) بعيارات في الكفة الاخرى



ثم احمِ البرادة بلهيب قنديل الكحولي فتراها تشعل وتحترق اعني انها تتركب مع اكسجين الهواء لكي تكوّن

شكل ٣٥

اكسيد الحديد الذي هو صدأ الحديد وعن قليل ترى الموازنة اختلّت اي ان وزن البرادة زادت على ما كانت عليهِ لان صدا الحديد اثقلُ من برادة الحديد اي اثقل من الحديد الصرف

(٥٢) ان الاتربة هي معادن مركَّبة مع مواد اخرى كما رأَينا من وجود الزيبق المعدني في الراسب الاحمر كما في العملية الـ ٢٢ ووجود الحديد المعدني في صدأ الحديد ولاجل زيادة الايضاح لنجرِ عملية اخرى

العملية الرابعة والثلاثون . ذوّب بلورة من الشب الأزرق اي كبريتات النحاس في ماء حارّ في انبوبة كشف كما في شكل

٣٦ ثم أغمس في المذوّب شفرة سكين مصقولة او قطعة اخرى من حديد مصقول فبعد نحو نصف دقيقة ترى الحديد قد اكتسى اللون الاحمر اي صار عليهِ غشاء رقيق احمر واذا

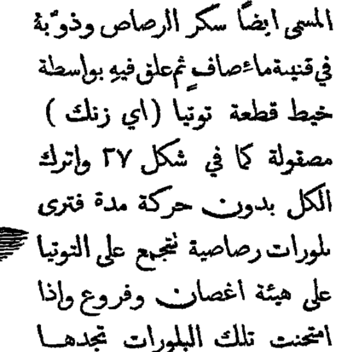
شكل ٣٦

صقلت هذا الغشاء يكسب لون النحاس الاحمر اللامع ثم أعد الحديد الى السيال الازرق واتركهُ مدّة فترى اللون الازرق قد زال وان جانبًا من النحاس رسب على هيئة مسحوق اسمر اللون واذا غمست في السيال قطعة اخرى حديد مصقول لا يعود يكتسب اللون النحاسي كما في الاول وذلك دليل على ان كل النحاس الذي كان في السيال قد رسب

قد استفدنا من هذه العملية امرًا معتبرًا في الكيميا كل الاجسام المركبة ربما قد ينحل بواسطة زيادة الفة بعض عناصره الى عنصر آخر فان كبريتات النحاس موءلف من حامض كبريتيك ونحاس واكسجين وعندما اتى هذا المركب حديدٌ ترك الاكسجين النحاس وذهب الى الحديد ثم ترك الحامض الكبريتيك النحاس ايضًا وذهب الى الحديد فما كان للنحاس الا ان يبقى على سطح الحديد كما رأيت فنقول ان الفة الحامض والاكسجين الى الحديد اشدّ من الفتهما الى النحاس وعند الفرصة

تركاهُ وذهبا الى صاحب الالفة الشدّاء وهذا المبدا يستخدمهُ علماء هذا الفن كثيرًا اي اذا ارادوا حل مركّب يقدّمون لهُ ما هو اشدّ الفة الى بعض عناصرهِ . ودرجة الالفة بين المواد لا تُعرَف الا بالامتحان

العملية الخامسة والثلاثون . خذ اربع دراهم خلات الرصاص المسمى ايضًا سكر الرصاص وذوّبهُ في قنينة ماء صافٍ ثم علق فيهِ بواسطة خيط قطعة توتيا (اي زنك) مصقولة كما في شكل ٣٧ واترك الكل بدون حركة مدة فترى بلورات رصاصية تجتمع على التوتيا على هيئة اغصان وفروع واذا امتحنت تلك البلورات تجدها رصاصًا خالصًا



شكل ٣٧

قد استفدنا من هذه العملية ان ذلك المسحوق الابيض المسمى خلّات الرصاص هو حاوٍ رصاصًا معدنيًا واسمه يدل على انهُ مركّب من الحامض الخليك والرصاص فلما اتاهُ الزنك ظهر ان الفة حامض الخل او الحامض الخليك اليهِ هي اشد من الفتهِ الى الرصاص فذهب الى الزنك وترك الرصاص وحدهُ وامثال ذلك في الاعمال الكيماوية كثيرة

الفصل الثاني عشر

في الفحم اي الكربون

(٥٣) اذا ترتبت اعواد الحطب او القضبان بعضها فوق بعض ثم تغطت بالتراب حتى لا ياتيها الهواء من الخارج ثم أُشعلت يتطيَّر منها الماء وسائر المواد التي هي مركَّبة معها و يبقى شيءٌ اسود على هيئة شكل الاعواد او القضبان الاصلية الا انها اصغر منها جرمًا وهو الفحم المعروف واذا حرقنا الفحم في الهواء او في غاز الاكسجين يتولَّد الحامض الكربونيك كما علمت من بعض العمليات السابقة ومن ذلك عرفنا انهُ حاوٍ كربونًا

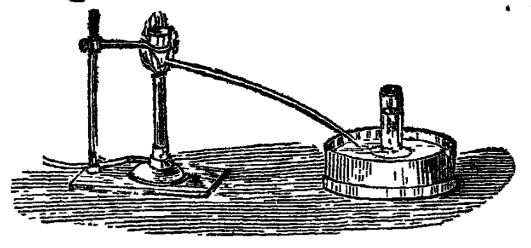
ثم انهُ في بعض الادوار السالفة التي مرَّت على ارضنا كما سوف نعلم من الجزء الخامس اي علم الجيولوجيا او علم طبقات الارض ان شاء الله كانت ارضنا هذه كثيرة الاشجار والنبات والحرارة فانخسفت احراشها واغياضها وطمرت تحت طبقات الصخور والاتربة واحترقت هناك منقطعة عن الهواء الكروي الا قليلاً فتطيرت موادها القابلة التطير والتبخُّر و بقيت المواد الثابتة اي الفحم الحجري وما يحواه من المواد النباتية الباقية والمواد التي كسبها من الاتربة والصخور التي انطمرت فيها واذا فتشت بين طبقات الفحم الحجري او المعدني تجد مطبوعًا فيها اشكال اوراق

الشجر وقوالب الاوراق والسُوق واذا وضعت قطعة رقيقة شفافة من الفحم تحت المكرسكوب ترى فيها التكوين النباتي ومن هذه الدلائل عرفنا ان الفحم الحجري مكوّن من نبات مثل الفحم الاعتيادي

اذا احترق الفحم بلهيب صافٍ يكوّن الحامض الكربونيك كما عرفت من بعض العمليات السابقة واذا احترق وصعد عنهُ دخان يمكنا ان نجمع الدخان فنجده كربوناً كما عرفت من احتراق الشمعة في العملية الثانية غير ان الفحم الحجري حاوٍ موادّ غير الكربون منها الهيدروجين

(٥٤) الغاز المستخدم لانارة البيوت يُجمَع من الفحم الحجري

العملية السادسة والثلاثون . خذ غليوناً من الخزف الابيض مثل الذي تستعملهُ النوتية لاجل شرب دخان التبغ واملأهُ



شكل ٣٨

مسحوق فحم حجري وطيّن عليهِ بطين يحتمل النار مثل طين الخزف ثم احمهِ في كانون نار او بواسطة قنديل الكحولي كما في الشكل ٢٨ ثم قرب لهيب شمعةٍ او قشةٍ الى طرفهِ الآخر فيشعل الغاز الخارج منهُ بلهيبٍ صافٍ واذا غمست الطرق تحت قابلة ملآنة ماء في حوض كما في الشكل تجمع الغاز في القابلة

اذا استلقيت لهيب هذا الغاز في وعاء بارد يُجمَع الشحّار عليهِ كما في العملية الثانية وهو كربون كما علمت واذا امتحنت الغاز المكوّن باحتراقهِ بواسطة ماء الكلس تجده الحامض الكربونيك واذا استلقيت لهيبهُ في كوبة نظيفة باردة تجمع داخلها نقط ماء وذلك برهان على انهُ حاوٍ هيدروجين كما علمت من العملية الثالثة . فقد استفدنا من هذه الامتحانات ان هذا الغاز الشفاف غير المنظور اخفّ من الهواء لانهُ يصعد فيهِ وانهُ قابل الاشتعال فاذا صنعت بلونًا صغيرًا من القرطاس الرقيق وملأتهُ هذا الغاز يصعد الى طبقات الهواء العالية

لاجل انارة المدن الكبار يحتاج الى كميات وافرة من هذا الغاز وهو يستقطر من الفحم في انابيق كبار من الحديد ويجمَع في قوابل حديد كبيرة فوق ماء منها يتفرّع في انابيب الى البيوت والشوارع

ثم اذا نظرت الى الباقي في الغليون بعد العملية هذه تجد مادّة شمطاء سُمّيَ كُوكًا وهو فحم خالص اي كربون والباقي في

الخلاقين الكبار يباع للايقاد في البيوت مثل الفحم الاعتيادي ولا تصعد عنهُ رائحة مثل ما تصعد عن الفحم الحجري لان المواد ذوات الروائح قد تطيَّرت مع الغاز وبخار الماء او ذهبت مع القطران الذي يُجمَع عند هذا الاستقطار ومن ذلك القطران تُستخلَص عدة مواد مفيدة مثل النفط ومواد صابغة على انواع مختلفة ونوع من الحمر

كل من لهُ ادنى معرفة بتدبير البيوت يعلم ان الفحم الاعتيادي على انواع وان المصنوع من حطب الصنوبر والارز وما مثلهما ليس بجيد مثل المصنوع من السندجان وما مثلهُ وكذلك الفحم الحجري انواع حسب اشكال الاشجار والنبات التي تكوَّن منها ودرجة الحرارة التي اصابتهُ في الارض فمنهُ كثير الكربون قليل الهيدروجين فيصعد عنهُ غاز قليل و يبقى بعد الاستقطار فحم كثير ومنهُ بالعكس

الفحم اي الكربون كثير الوجود في الطبيعة مركَّبًا مع مواد اخرى كما علمت مما سبق وقد تعلمت في الجزء الاستفتاحي انهُ داخل في الاجسام الحيوانيَّة ايضًا كما في النباتيَّة ولولا الفحم الحجري الكثير الوجود في معادنهِ لاستحال على الناس كثيرٌ من اعمالهم في المعامل والكراخين وسلك البحر في البواخر ومن امثلة الحكمة الالهية والرحمة اعداد تلك المادَّة في جوف الارض وخزنها هناك في الادوار السالفة قبل خلق البشر وحفظها حتى تُستخرَج

فتفيدهم في هذه الادوار الاخيرة ولا يسعنا هذا المقام ان نمدّ في ذكر الفوائد الكثيرة الحاصلة للبشر من الكربون على هيئة الفحم

الفصل الثالث عشر

في اللهيب

(٥٥) النار هي ظهور حرارة ونور معًا من قبل اشتعال مادّة قابلة الاشتعال اما اللهيب فهو نور وحرارة من اشتعال غاز خارج من مادّة مشتعلة

ربما يقول قائل انا رأينا من العملية العشرين غاز الهيدروجين يشتعل بلهيب ضعيف نورهُ قليل فكيف يكون نور غاز الفحم لامعًا قويًا بهذا المقدار حتى يصلح لانارة البيوت والشوارع فنجيب ان المادّة المستعملة الان في اكثر العالم للانارة حيث لا غاز هي البترول وهو سيّال مركّب من الكربون والهيدروجين مثل غاز الفحم على نسبة بينهما تجعل المركّب مائعًا لا غازًا فاذا أضاءت قنديل بترول كما يجب تراهُ يضيء بنور لامع لا يصعد عنهُ دخان ولا رائحة ثم اذا سددت منافس القنديل او اطلت

فتيلتهُ يصعد عنهُ دخان كثيف وسبب هذه الظواهر انهُ في الحالة الاولى احترق كل الكربون بحرارة اللهيب فزادهُ الكربون نورًا ولمعانًا وفي الحالة الثانية لم يحترق كل الكربون اما لقطع الهواء عنهُ واما لكثرتهِ عند اطالة الفتيلة فصعد بعضهُ على هيئة دخان . فسدةٌ لمعان لهيب غاز الانارة هي لوجود الكربون المشتعل فيهِ وقلة نور لهيب الهيدروجين الصرف لعدم وجود الكربون فيهِ

العملية السابعة والثلاثون . اضيء شمعة او قنديلاً ولاحظ لهيبهُ بالتدقيق فتراهُ ثلاثة اقسام

(١) في قلب اللهيب مركز مظلم تجاه ل في شكل ٣٩ هو الغاز المتولد من الفتيلة الذي لم يحترق

(٢) محيط بهذا المركز المظلم لهيب نيّر لامع يخرج منهُ شحار لان الاحتراق فيهِ غير كامل

(٣) محيط بهذا اللهيب النيّر لهيب ازرق ضعيف لان الاحتراق كامل

شكل ٣٩

و يحدث في احتراق القنديل نفس ما يحدث في استقطار الغاز من الفحم اي الشمع او الشحم المادة المستقطرة عوضًا عن الفحم الحجري والفتيلة بمثابة الانبيق الذي يتم فيهِ الاستقطار والغاز يشعل من راس اللهيب ومن جوانبهِ فاذا ادخلت طرف انبوبة زجاجية الى

الفسحة المظلمة المشار اليها في قلب اللهيب حتى ينفذ منها الغاز المتولّد هناك يمكنك ان تشعلهُ وهو صاعد من طرف الانبوبة الاخرى كما عند غ من شكل ٣٩

(٥٦) علة تفرقع الغاز في معادن الفحم وكيفية الوقاية من ذلك

رأينا مما سبق ان غاز الانارة مركّب من الكربون والهيدروجين ولذلك سُمّي الهيدروجين المكربن الخفيف وسُمّي خفيفًا تمييزًا بينهُ وبين غاز الهيدروجين المكربن الثقيل الذي يختلف عن غاز الانارة في كيفية استحضارهِ وفي صفاتهِ ولكن لا يسعنا ان نذكرهُ هنا . اما الخفيف فيتولّد في الطبيعة من انحلال بعض المواد النباتية وغيرها في قعر مستنقعات مياه واذا حركت الوحل في قعر مستنقعة تصعد فقاقيع هي الغاز الذي نحن في صددهِ وفي بعض المحال يصعد بكثرة حتى يُجمع في القوابل ويُستخدَم للانارة وهو يتولد كثيرًا في معادن الفحم ويتمزج مع الهواء الكروي واذ لم يستطع عملة المعادن ان تشتغل في الظلام الشديد الكائن فيها يحملون معهم قناديل فحالما يصيب لهيب القنديل الغاز الممزوج بالهواء يتفرقع بشدة ويقتل كل من كان في جوارهِ وقد هلك كثيرون من اهل المعادن بهذا السبب حتى اخترع سر همفري دافي قنديلاً يحملهُ المعدني ويستضيء بهِ

بدون خطر اشتعال الغاز منهُ او بالاحرى ينبّه المعدني بوجود الغاز حتى يرجع عنهُ

العملية الثامنة والثلاثون ·خذ قطعة من الشريط المعدني المنسوج المعروف بالشعرية المعدنية كما في شكل ٢٠ وقربها الى انبوبة الغاز اي الهيدروجين المكربن او الى انبوبة الهيدروجين الصرف وافتح الحنفية واشعل الغاز من فوق الشريط ثم ابعد الشريط بالتدريج عن اللهيب فترى الغاز شاعلاً فوق الشريط ولا يمدّ اللهيب الى تحتهِ كما ترى في الشكل ٢٠ والسبب هو ان نسيج الشريط يخفض حرارة الغاز الى درجة دون درجة الاشتعال

شكل ٢٠

ولنفرض ان الشريط المنسوج احاط باللهيب على دائرةٍ من كل جانب فالامر ظاهر ان الهواء داخل المنسوج كافٍ لاشعال المادّة المضيئة ان كان زيتًا او بترولاً ولكن الحرارة خارج المنسوج ليست بكافية لاشعال غاز فلا يمكن اللهيب ان ينفذ من داخل المنسوج الى خارجه فلو ادخلت قنديلاً على هذه الصفة الى وسط محل ملآن غاز الهيدروجين المكربن لم يشعل ذلك الغاز بهِ

شكل ٢١

وعلى هذا المبدا صُنع قنديل سر همفري داڤي لاجل توقية عملة معادن الفحم من خطر تفرقع الغاز الذي نحن في صددهِ كما ترى في شكل ٢١ اي يحيط بلهيب القنديل نسيج من الشريط او السلك المعدني فاذا دخل بهِ المعدني الى قسم من المعدن تولّد فيهِ غاز الهيدروجين المكربن يزاد اللهيب داخل القنديل نوراً ولكنهُ لا يصل الى ما في الخارج فعندما يشعر حامل القنديل بزيادة لمعان النور ينتبه الى وجود الغاز فيرجع عنهُ وبهذه الواسطة توقى كثيرون من فعلة معادن الفحم من الموت الشنيع تحت الارض بتفرقع الغاز او بالاحتباس عن الهواء وبهذا المبدا العلمي البسيط تسهل استخراج الفحم الحجري الضروري لاشغال البشر في هذا العصر

الفصل الرابع عشر
في العناصر والمركبات

(٥٧) ذُكِر في الجزء الاستفتاحي عدد ١٥ ان معرفة النواميس الطبيعيّة حاصلة بالملاحظة والامتحان والتعقّل وقد رأينا كيفيّة اجراء بعض الامتحانات في بعض انواع الاتربة وكل

ما تحققناهُ من جهة تلك المواد وغيرها كان بواسطة الملاحظة والامتحان ومن اخص صفات الكيماوي المحقق انهُ يجرّب ويمتحن كل ما يقع تحت طائلهِ ولا ياخذ شيئًا بالتسليم ولا بالظن او الزعم وكل ما تحققهُ احدهم بهذه الطرق صار معروفًا محققًا عند الكل فاذهبوا اوهامًا كثيرة واستفادوا حقائق كثيرة و بواسطة امتحانهم المواد الهوائية والارضية والمائية انتهوا الى قسمة جميع المواد قسمين اكبرين

(١) القسم الاول المواد العنصريّة او البسيطة اي التي لاتنحل الى مادتين او اكثر اي لايُستخرَج منها خلافها

(٢) القسم الثاني المواد المركّبة اي التي تنحلّ الى مادتين فاكثر

(٥٨) اما المواد العنصريّة اي البسيطة فمنها ما هو غاز ومنها ما هو مائع ومنها ما هو جامد . اما الغازات البسيطة العنصرية فمنها الاكسجين فانهُ الى الآن لم يتمكن احدٌ من استخراج شيء منهُ غير الاكسجين ومنها الهيدروجين كذلك فانهُ لم ينحل بواسطة في طاقة البشر الى الان ولذلك يقتضي ان نعدّهُ عنصرًا واوظهرت بعض الدلائل تدل على كونهِ مركبًا اما غاز الفحم فليس عنصرًا بل مركبًا لاننا نستطيع ان نحلّهُ فنستخرج منهُ غاز الهيدروجين وشحار اي كربون وغاز الحامض الكربونيك مركّب من الكربون والاكسجين

اما المائعات العنصريّة البسيطة فمنها الزئبق فانهُ كيفما امتُحن لايُستخرَج منهُ غير الزيبق اللامع .اما الماء فمركب من الاكسجين والهيدروجين كما عرفت مما سبق .اما الجوامد فجانب منها بسيط وجانب منها مركَّب وقد رأَينا من بعض العمليات السابقة ان اكسيد الزيبق الاحمر جامد مركَّب لاننا استخرجنا منهُ غاز الاكسجين والزيبق المعدني الصرف وكذلك وجدنا ان الطباشير والرخام مركبان من كلس وحامض كربونيك والكلس ايضًا مركب والحامض الكربونيك مركّب وملح الطعام مركب يُستخرَج منهُ غاز مفطس خانق اسمهُ غاز الكلور ومعدن لامع اسمهُ صوديوم والشبُّ الازرق مركب يُستخرَج منهُ نحاس احمر لامع وحامض كبريتيك وهذه من امثلة الجوامد والاتربة المركبة .اما البسيطة العنصرية فمنها الكبريت والكربون والفصفور والحديد والنحاس والفضة والذهب وغيرها فان هذه المواد لم يستطع علماء الكيميا ان يحلوها ولا ان يحوّلوا احداها الى اخرى منها

(٥٩) قد تحقق عند علماء الكيميا بواسطة امتحان كل المواد الموجودة على سطح الارض وما استُخرِج من المعادن ان تلك المواد جميعها موءلفة من ثلاثة وستين عنصرًا وقيل باكتشاف عنصر آخر حديثًا فتكون اربعة وستين عنصرًا منها غاز مثل اكسجين وهيدروجين ومنها مائع مثل الزيبق واكثرها جوامد مثل الحديد

والنحاس والكبريت وبعض هذه العناصر كثيرة الوجود حرّة او مركّبة مثال ذلك الاكسجين فانهٔ كثير الوجود حرًّا في الهواء ممزوجًا بالنيتروجين ومركبًا في الماء متحدًا مع الهيدروجين وهو مركّب مع كثير من المعادن ويكوّن مع كل معدن اكسيدهُ مثل اكسيد الحديد واكسيد النحاس الخ وبعض العناصر نادرة الوجود ولا يُعرَف بوجودها الا في اماكن قليلة ولكنها من العناصر القليلة الاستعمال في اعمال البشر وصنائعهم ومع ان هذه العناصر القليلة الوجود النادرة الاستعمال لانحكم بقلّة اعتبارها في الطبيعة الا انهٔ لا يسعنا هذا المختصر حتى نذكر غير الاكثر اعتبارًا منها

ولاجل زيادة الايضاح وتسهيل الادراك نُقسّم العناصر قسمين الاول العناصر المعدنيّة مثل الحديد والنحاس والرصاص والذهب والفضة والزيبق والثاني العناصر غير المعدنية مثل الاكسجين والكبريت والكربون . ومن العناصر الثلاثة والستين المعروفة خمسة عشر منها غير معدنيّة وثمانية واربعون معدنية وهاك قائمة اسماء الاشهر من القسمين التي سنذكر بعض متعلقاتها في هذا المختصر

عناصر غير معدنية	عناصر معدنية
اكسجين	الحديد
هيدروجين	الومنيوم

نيتروجين	كلسيوم
كربون	مغنيسيوم
كلور او كلورين	صوديوم
كبريت	پوتاسيوم
فصفور	النحاس
سليكون	التوتيا والزنك
	القصدير او التنك
	الرصاص
	الزيبق
	الفضة
	الذهب

ان كل عنصر من العناصر الثلاثة والستين لهُ خصائصهُ وصفاتهُ الخاصة يمتاز بها عما سواهُ ويفرق عن غيرهِ غير انهُ بين بعضها نوع من المشابهة مثالهُ بين القصدير والرصاص بعض المشابهة في اللون والليونة وسهولة الصهر وبين بعضها تباين كلي مثل التباين بين الكلور والاكسجين فالاول مفطس مميت والثاني ضروري لحياة كل حيوان . ومما يحق لهُ الاعتبار ان العناصر غير المتشابهة هي كثيرة التركيب بعضها مع بعض والعناصر المتشابهة بالعكس مثال ذلك اذا تركّب الرصاص والقصدير لا يختلف المزيج كثيرًا عن كلا عنصريهِ مع انهُ بينهما مشابهة كما مرَّ واما

الاكسجين والهيدروجين غير المتشابهين يتركبان ويكوّنان ماء وهو يختلف كثيرًا عن عنصريهِ في صفاتهِ وخصائصهِ فكلا عنصريهِ غاز وهو مائع وواحد من عنصريهِ اي الهيدروجين قابل الاشتعال والآخر ضروري للاشتعال واما الماء فيطفيء النار ويمنع الاشتعال وهذه القاعدة صحيحة في الجميع اي ان العناصر غير المتشابهة هي اقرب من المتشابهة للتركيب بعضها مع بعض

——>ooo<——

الفصل الخامس عشر
في العناصر غير المعدنية

(٦٠) غاز الاكسجين

ذكرنا انفًا عدد ٤٧ عملية ٢١ كيفية استحضار الاكسجين باحماء اكسيد الزيبق الاحمر. كذلك اذا احمينا كلورات البوتاسا في قنينة ذات عنق قصير نكشف عن حضور الاكسجين في القنينة بادخال قشة فيها وعلى راس القشة شرارة فتهب حالاً كما ذكرنا انفًا في عدد ٤٩ وذلك دليل على وجود الاكسجين اذ لا توجد مادّة اخرى لها هذا الفعل

يُستحضَر الاكسجين على كميات وافرة منهُ باحماء مزيج من

كلورات البوتاسا وأكسيد المنغنيس الاسود في انبيق ذي عنق طويل موضوع على حامل حديد ويحمى بقنديل او بكانون نار وتوصل بعنقهِ انبوبة نافذة تحت قابلة ملآنة ماء في حوض كما في شكل ٣٤ ويُستحضَر ايضًا باحماء كمية من الحامض الكبريتيك الثقيل مع نصف وزنهِ من اكسيد المنغنيس او بي كرومات البوتاسا او باحماء اكسيد المنغنيس وحدهُ في انبيق حديد الى درجة الحمرة

صفات الاكسجين. هو غاز شفاف لا طعم لهُ ولا رائحة اذا كان صرفًا اثقل قليلاً من الهواء الكروي ويذوب قليلاً في الماء اي مئة جزء من الماء تذوّب اربعة اجزاء ونصف جزء من الاكسجين وهو موجود في الطبيعة حرًّا في الهواء الكروي ممزوجًا باربعة امثالهِ جرمًا من النيتروجين وهو يتركب مع سائر العناصر الا عنصرًا واحدًا (هو الفلور) ويسمّى المركّب اكسيدًا كما تقدَّم عدد ٤٩ وعندما يتركب الاكسجين مع مادّة اخرى تتولّد حرارة تارةً قليلة على تدريج حتى يكاد لا يشعر بها كما في صدأ الحديد في الهواء وتارةً باحداث نور ونار والمادّة التي يتحد بها تحترق مثل احتراق الحطب والشمعة واحتراق الحديد اذا أُدخل في هذا الغاز واذا ادخلت يدك في كومة قش مبلول او زبل متروك مدةً تجد داخلهُ سخنًا حاميًا حتى تكاد لا تحتمل حرارتهُ وذلك من توليد الحرارة باتحاد الاكسجين مع مادة القش. وهو موجود

في كل الصخور والرمال والاتربة والمعادن مركبًا مع موادها فاكثر من نصف وزن الكرة الارضية اكسجين وهو ضروري لحياة الحيوان فانهُ بواسطة التنفس يدخل الى اجسادها ويطهّر دماءها ويعين على توليد الحرارة اللازمة لحياتها

العملية التاسعة والثلاثون. ركّب شمعة على شريطة عكماء كما في الشكل الاول واضئها ثم اطفئها واترك في الفتيلة شرارة واغمسها في قنينة اكسجين فتهب مشتعلة ثم اذا صببت ماء الكلس الصافي في القنينة يتعكر وذلك برهان على انهُ قد وُلد غاز الحامض الكربونيك باحتراق الشمعة في الاكسجين

ادخل الى قنينة اكسجين قطعة فحم مشتعلة فتحترق بشدة ويتولّد غاز الحامض الكربونيك ايضًا كما يبرهَن بصب ماء الكلس الصافي في القنينة

ضع قطعة كبريت في ملعقة واشعلها وادخلها في قنينة اكسجين فتحترق بشدّة بلهيب ازرق ثم صب في القنينة ماء ملوّنًا بزرق باللتموس فيتحوّل الازرق احمر وذلك دليل على وجود حامض كما عرفت مما قيل عدد ٧ والحامض المكوّن باحتراق الكبريت في الاكسجين هو الحامض الكبريتوس

ضع في ملعقة قطعة فصفور واشعلها ثم ادخلها الى قنينة اكسجين فتشعل بلمعان شديد ويتولّد دخان ابيض واذا امتحنتهُ باللتموس تجدهُ حامضًا وهو الحامض الفصفوريك

لف شريطة حديد على قلم حتى تاخذ الهيئة اللولبية كما في شكل ٣٢ ثم مكن على طرفها قطعة قرطاس واشعلها وادخل الكل في قنينة اكسجين فتحترق الشريطة كلها بلمعان شديد وتجد في القنينة بعد الاحتراق قطع اكسيد الحديد

شكل ٣٢

(٦١) غاز الهيدروجين

يُستحضَر الهيدروجين بحل الماء بالكهربائية كما عرفت من العملية الـ ١٢ وبامرار بخار الماء على برادة الحديد الحامية في انبوبة كما عرفت مما قيل عدد ٢٥ وبحلّ الماء بواسطة ملغم من الصوديوم والزيبق كما عرفت من العملية الـ ١٦ وبحل الماء بواسطة برادة التوتيا والحامض الكبريتيك كما عرفت من العملية الـ ١٧

صفاته. هو غاز شفاف لا لون لهُ ولا رائحة ولا طعم يذوب منهُ في الماء قليل ولا يصلح للتنفس وكل حيوان أُدخل اليهِ يموت عن قريب لانقطاعهِ عن الاكسجين ولكنهُ ليس سامًّا بنفسهِ مثل الحامض الكربونيك كما يتضح من تنفسهِ ممزوجًا بالهواء الكروي وهو لا يوجد حرًّا في الطبيعة بل مركّبًا مع اكسجين على هيئة الماء ومع الكربون على هيئة غاز الهيدروجين المكربن واذا أُشعل

الهيدروجين في الهواء يتولَّد ماء بتركيبهِ مع الاكسجين كما عرفت من العملية الثالثة وهو موجود مركبًا مع مواد اخرى في كل الحوامض مثل الحامض النيتريك والكبريتيك والهيدروكلوريك وهو اخفّ المواد المعروفة اي اخف من الهواء الكروي ١٤½ مرة ولهذا السبب تُملأ بهِ البلونات للصعود الى طبقات الجو العليا وهو يشعل بلهيب ضعيف واذا امتزج بالهواء الكروي وأُشعِل يتفرقع واذا امتزج بالاكسجين وأُشعل يتفرقع بشدَّة

(٦٢) غاز النيتروجين

يُستحضَر النيتروجين بكل واسطة تنزع الاكسجين من الهواء الكروي فانهُ اذا تجرَّد الهواء من الاكسجين يبقى نيتروجين لكونهِ مزيجًا موءلفًا من هذين الغازين ويتم العمل بوضع قطعة فصفور في صحن عائم على ماء ثم اشعلها واقلب فوق الكل قابلة فتمتلئ القابلة دخانًا ابيض هو الحامض الفصفوريك المكوَّن من اتحاد اكسجين الهواء بالفصفور ثم يمص الماء هذا الحامض ويبقى النيتروجين في القابلة (انظر عملية ٨)

صفاتهُ . هو غاز شفاف لا طعم لهُ ولا رائحة اخف من الهواء الكروي قليلاً لا يصلح للتنفس ولا يشعل فيهِ لهيب وذلك ليس لانهُ سامٌّ في نفسهِ بل للانقطاع عن الاكسجين وهو موجود في الطبيعة حرًّا في الهواء الكروي ومركبًا مع مواد كثيرة على هيئة

الحامض النيتريك مثل ملح البارود الذي هو نيترات البوتاسا وفي النشادر اي الامونيا الذي هو مركّب من النيتروجين والهيدروجين وهو جزءٌ من لحوم الحيوان وهو قليل الالفة لسائر المواد غير انهُ يتركّب مع الاكسجين مكوّنًا الحامض النيتريك ومع الهيدروجين مكوّنًا غاز الامونيا اي النشادر والنشادر المعروف هو هيدكلورات الامونيا وكل مركبات النيتروجين غير ثابتة سهلة الانحلال فمنها ما ينحلّ بمجرّد العرض على الهواءِ مثل انواع اللحوم ومنها ما يحتاج لشرارة نار فقط كما نرى من تفرقع البارود بشرارة

(٦٣) ذكرنا انفًا عدد ٤٠ ان ماء المطر الساقط من الغيم قد يحوي قليلاً من الحامض النيتريك والظاهر ان الشرارة الكهربائية تحدث تركيب الأكسجين والنيتروجين في الجوّ فيمتصهُ بخار الماء ثم ينزل معهُ اذا نزل على هيئة المطر ويُستحضَر هذا الحامض بالطريقة الآتية

العمليــة

الاربعون . ضع نحو اربعة دراهم مسحوق ملح البارود في انبيق وصب عليهِ نحو اربعة

شكل ٣٢

دراهم حامض كبريتيك واحمِ الانبيق بقنديل الكحولي وادخل فكهُ في قابلة ذات عنق كما في شكل ٣٢ وبرّد القابلة على الدوام بخرق مغموسة في الماء البارد او باجراء مجرى ماء بارد عليها من حنفيّة او بغمسها في وعاء ماء بارد فيجتمع في القابلة مائع اصفر اللون هو الحامض النيتريك وهو شديد الحموضة كاوٍ يدبغ الجلد اصفر اذا اصابهُ ويكويهِ ولكونهِ حامضاً يحمّر اللتموس الازرق واذا أُضيف اليهِ قلي او بوتاسا كاوية يخسر حموضتهُ ولا يعود يحمّر اللتموس الازرق

ذوّب قليلاً من البوتاسا في ماء اللتموس اي الماء الملوّن باللتموس الازرق ثم صبَّ عليهِ بالتدريج قليلاً من الحامض النيتريك فهو عن قريب يبطل فعل المادّة القلوية اي البوتاسا وعند ذلك يحمر اللتموس ثم بخّر الماء في وعاء من الخزف الصيني فيبقى ملح ابيض هو ملح البارود اي نيترات البوتاسا الحادث من تركيب الحامض مع القلوي وهو نفس شكل الملح الذي استخدمناهُ لاجل استحضار الحامض النيتريك وبما ان هذا الملح موجود كثيراً في الطبيعة يُستخدَم في المعامل الكيماوية لاجل استحضار الحامض النيتريك التجاري

لنا مما تقدّم ثلاثة اشكال من المواد وهي الحامض والقلوي والملح

(١) كل مادّة حامضة المذاق كاوية تحمّر اللتموس سمّيت حامضاً ولو كانت قوتها الكاوية ضعيفة

(٢) كل مادّة تعيد اللتموس المحمرّ ازرق وتبطل اي تزيل حموضة حامض سُمّيت قلوية

(٣) كل مادّة مركّبة من حامض وقلوي بحيث لاتكون لهُ صفات احدها سُمّي ملحًا او متعادلاً

وترى مما تقدّم صحة ما قيل انفًا اي ان المواد غير المتشابهة هي الاقرب للتركيب بعضها مع بعض فبين الحامض النيتريك والپوتاسا تفاوت كلي في كل الصفات ولكنهما يتحدان ويكوّن من اتحادهما جسم ثالث مختلف جدًّا عن كل واحد منهما

اذا غُمِس قطن مندوف في الحامض النيتريك ثم اغتسل وتجفّف تتولّد مادّة سريعة التفرقع معروفة بالقطن البارودي

(٦٤) الكربون

هو كثير الوجود في الطبيعة على هيئة حجر الماس والفحم الاعنيادي والفحم الحجري والكوك والكرافيت وهو ما تُصنع منهُ اقلام الرصاص وهذه التسمية خطأ اذ لاشيء من الرصاص فيها بل المادّة السوداء فيها كربون يؤخذ من معادنهِ في الارض

وربما يقول قائل ما الدليل على كون هذه المواد المختلفة

الهيئة والصفات كربونًا فنقول اشعل قطعة فحم في غاز الاكسجين وامتحن الغاز الذي يتكوّن في القنينة بالشمعة المضيئة وبماء الكلس كما علمت من بعض العمليات السابقة فتجدهُ غاز الحامض الكربونيك وكذلك اذا حرقت قطعة كرافيت في الاكسجين يتكوّن غاز الحامض الكربونيك وكذلك اذا حرقت قطعة من حجر الماس في اكسجين لا يتولَّد غير غاز الحامض الكربونيك ٠اما الكرافيت فلا يُحرَق الا في غاز الاكسجين بل يحتمل اشدّ الحرارة في الهواء ولاجل ذلك تُصنَع منهُ بواطق لصهر المعادن ولاحماء سائر المواد التي يُقصَد احماؤُها في نار شديدة . ومما نقدَّم نتحقق ان المواد المذكورة انما هي كربون والدليل على كونها كربونًا خالصًا هو انهُ اذا أُخذ من كل شكل كمية واحدة مثالهُ اذا أُخذ من الماس ١٢ قمحة او من الفحم ١٢ قمحة او من الكرافيت ١٢ قمحة ووزنّا غاز الحامض الكربونيك المتكوّن من حرقها نجده ٤٤ قمحة لكل شكل فالفحم الذي نوقدهُ تحت القدر والماسة التي يتحلى بهِ خاتمك مادّة واحدة فيحق للبنّاء ان يسمّي فحمتهُ جوهرةً

الكربون داخل في تركيب كل نوع من النبات والحيوان واذا فحصت قطعة رقيقة من الفحم تحت المكرسكوپ ترى فيها نسيج الحطب الاصلي الذي تكوّن منهُ واذا حرقت قطعة لحم تجد الباقي فحمًا واذا حرقت الفحم تمامًا يتحوّل الكربون الى غاز الحامض الكربونيك ويطير ولا يبقى شيءٌ الا قليلاً من الرماد

الابيض هو بعض المواد الملحية والترابيّة المختلطة مع الفحم اختلاطًا ولم تحترق باحتراقهِ

العملية الحادية والاربعون . ان جانبًا من الحطب كربون امرٌ مسلَّم بهِ لان الفحم يصنع منهُ ولكن السكَّر مادَّة نباتيّة مصنوعة من قصب السكَّر او من العنب او من جذور الشمندور فما الدليل على كونهِ حاويًا كربونًا

ضع عدَّة قطع من السكر الابيض في زجاجةٍ وصبَّ عليهِ قليلاً من الماء حتى يتكوَّن شراب خاثر ثم صبَّ على هذا الشراب قليلاً من الحامض الكبريتيك الثقيل فتراهُ يرغي ويسودّ حتى يتحوّل فحمًا وذلك لان السكر مركَّب من الكربون والاكسجين والهيدروجين فاخذ الحامض الكبريتيك هذين الغازين لنفسهِ وبقي الكربون وحدهُ . ولولا الكربون لما وُجِد على سطح الارض حيوان ولا نبت ولولا الحيوان والنبات لكانت الارض كلها خاوية خالية

وفضلاً عن وجود الكربون حرًّا في المواد المذكورة هو موجود ايضًا بكثرة مركَّبًا مع مواد اخرى لاسيما الحامض الكربونيك المتفرّق في الهواء الكروي على كميات متفاوتة وقد تعلمت من العمليات ١٠ و١١ و١٢ ان الحامض الكربونيك الموجود في الهواء هو غذاء النبات وهو مركَّب ايضًا مع الكلس في الطباشير والرخام والصخور الكلسية التي تكوّن منها بعض الجبال

على طولها وعلوها

العملية الثانية والاربعون. اجمع ملء قابلة حامض كربونيك واسقط فيهِ قطعة بوتاسيوم مشتعلة فالپوتاسيوم ينزع الاكسجين من الحامض الكربونيك حتى يتكوَّن پوتاسا والكربون يجمع على جدران القابلة على هيئة قطع سود هي الشحار وقد علمت مما سبق ان الشحار انما هو فحم ناعم

تنبيه. في هذه العملية يقتضي ان يكون الحامض الكربونيك جافًّا اي خاليًا من بخار الماء وذلك يتم اذا استقرَّ قليلاً فوق الحامض الكبريتيك الثقيل فانهُ يمص بخار الماء ويبقى الحامض الكربونيك جافًّا

الفصل السادس عشر

في العناصر غير المعدنية ايضًا

(٦٥) الكلور او الكلورين

الكلور لا يوجد في الطبيعة حرًّا ولكنهُ موجود بكثرة مركَّبًا مع الصوديوم على هيئة ملح الطعام ولذلك يسمَّى الملح عند اهل الكيميا صوديوم كلوريد فكل الملح الموجود في ماء البحر وفي معادن

الملح في جميع اقطار العالم حيثما يوجد هو مركّب من الكلور والصوديوم

صفاته. هو غاز مفطّس لونهُ مصفرٌّ مخضرٌّ لهُ رائحة مفطسة خانقة يحدث سعالاً شديدًا وهو سامٌّ الا اذا امتزج مع جانب وافر من الهواء الكروي

العملية الثالثة والاربعون. لاجل استحضار الكلور ركّب آلة كما في الشكل ٣٤ وضع في القنينة قليلاً من ملح الطعام ممزوجًا مع قليل من اكسيد المنغنيس الاسود وصب عليهما حامضًا كبريتيكيًا ممزوجًا

شكل ٣٤

بمثلهِ ماءً واحمِ القنينة بقنديل الكحولي واجمع الغاز في قابلة فارغة. فحالما يحمى المزيج في القنينة يصعد الغاز ولكونهِ اثقل من الهواء يستقر في القابلة غير انهُ ينبغي ان تُغطى دفعًا لامتزاجه بهواء المحل ولئلا يتضرر مَن تنفسهُ

اذا وضعت في القنينة قطعة فصفور تحترق بنور ضعيف واذا أُدخلت اليها شمعة مضيئة تنطفئ

هذا الغاز له الفة شديدة بالمعادن وكل مادة تتركب معهُ سمي كلوريد تلك المادة وإذا رششت في قنينة الكلور مسحوق انتيمون معدني يحترق على هيئة شرارات نار ويتكوّن دخان ابيض هو كلوريد الانتيمون ويجمع بعد مدة على جدران القنينة . كذلك رق النحاس اذا أُدخل الى غاز الكلور يحترق ويتكوّن كلوريد النحاس . فاستفدنا من هذه العمليات ان بعض المواد تشعل في الكلور كما انها تشعل في الاكسجين وانهُ في كل اتحاد كيماوي تتولّد حرارة

(٦٦) للكلور الفة شديدة للهيدروجين فياخذهُ حيثما وجدهُ وينزعهُ من مركّباتهِ ومن امثلة ذلك انهُ اذا أُدخلت شمعة مضيئة الى قنينة غاز الكلور ينطفئ اللهيب ثم يصعد من الفتيلة بخار زيتي فيشعلهُ الكلور لان الشمع موءلف من اكسجين وهيدروجين وكربون فبسرعة اتحاد الهيدروجين مع الكلور تتولّد حرارة كافية لتشعيل ذلك البخار ويجتمع الكربون على هيئة دخان كثيف اسود

بناء على الفة الكلور للهيدروجين يُستعمل لاصلاح الهواء من المواد المَرَضيّة والابخرة السامّة لان تلك المواد طائرة في الهواء بواسطة تركيبها مع الهيدروجين فكان الهيدروجين دابّتها تركب عليها واذا صادفها الكلور ينزع منها مركوبها فتسقط الى الارض ولا تعود تنتشر في الهواء بعد ذلك

وللكلور قوّة عظيمة على ازالة الالوان فيُستخدَم لتبييض الاقمشة واذا بللت قطعة قماش ملوّن وادخلتها في قنينة غاز الكلور تنتزع الوانها سريعاً والمسحوق الذي يباع تحت اسم مسحوق مبيّض هو كلوريد الكلس اي مركّب من الكلور والكلس واذا وضعت قليلاً منهُ في قنينة ثم صببت عليهِ قليلاً من الحامض الكبريتيك تشعر برائحة الكلور ولونهُ المخضرّ المصفرّ واذا ادخلت اليهِ قطعة قماش ملوّن تبيضّ عن قريب

العملية الرابعة والاربعون. اجبل ثلاثة او اربعة دراهم من المسحوق المبيّض بماء واغمس في المزيج قطعة قماش ملوّن فلا يتغير اللون ثم بلّ القطعة بماء واضف الى المزيج قليلاً من الحامض الكبريتيك واغمس القطعة في المزيج المحمض فتزول الوانهُ عن قريب

وسبب ذلك ان الحامض بالفتهِ للكلس في المسحوق المبيض نزعهُ من الكلور وتركّب معهُ مكوّناً كبريتات الكلس واذ بقي الكلور حرّاً فعل فعلهُ الخصوصي باتحادهِ مع هيدروجين المواد الصابغة الملوّنة فحلّها وافسدها وازالها

لاجل اصلاح الهواء الفاسد في محل تُجبَل كمية من كلوريد الكلس بماء ويضاف الى المزيج حامض فيفلت الكلور تدريجاً ويصلح هواء المحل بدون اذاء لمن فيهِ

(٦٧) الكبريت

الكبريت موجود في الطبيعة صرفًا في جوار البراكين ومركَّبًا مع الحديد والنحاس والرصاص والزنك واذا تركب الكبريت مع المعادن يسمّي الناتج كبريتت او كبريتور ذلك المعدن مثل كبريتت الحديد وكبريتت الرصاص وهو الركاز الذي يُستخرَج منه الرصاص

صفاتهُ . هو جامد اصفر اللون قَصِم ذو رائحة خصوصيَّة معروفة سريع الاشتعال ويكوّن عند اشتعالهِ غاز الحامض الكبريتوس وهو غاز قوي الرائحة مفطس خانق سامّ ولهُ الفة شديدة للمعادن كما عرفت من العملية السابعة وهو كثير الاستعمال في بعض الصنائع ولاسيما عمل البارود المركَّب من الكربون والكبريت ونيترات البوتاسا اي ملح البارود

يتركَّب الكبريت مع الاكسجين ويكوّن الحامض الكبريتيك المعروف في التجارة بروح الزاج وهو كثير الاستعمال في الصنائع مثل عمل القلي للصابون وتبييض الاقمشة وطبعها وصبغها ولاستحضار سائر الحوامض الثقال المستعملة في الصنائع وفي الطب وهو موجود في الطبيعة مركَّبًا مع الصودا والمغنيسيا والكلس والنحاس والحديد

اذا استُقطِر الكبريت اي تطيَّر بالحرارة ثم جُمع بخارهُ يكون

على هيئة مسحوق ناعم اصفر اللون وسمّي حينئذٍ زهر الكبريت
اكثر الكبريت التجاري يُجلَب من جوار البركان في جزيرة سقلية ومن اميريكا الجنوبية

اذا تركّب الكبريت مع غاز الهيدروجين يتولّد غاز منتن كريه الرائحة اسمهُ الهيدروجين المكبرت وهو الغاز الصاعد عن الكنف وعن البيض الفاسد وعن بعض المياه المعدنية الكبريتية وعن كل المواد الحيوانية في حالة الفساد وهو اثقل من الهواء الكروي يشعل بلهيب ازرق وتصعد عنهُ حينئذٍ رائحة الكبريت المشتعل وتنفسهُ صرفًا سامٌّ واذا مُزِج مع ١٢٠٠ جزءٍ من الهواء الكروي يقتل عصفورًا اذا تنفسهُ ومع ١٠٠ جزء يقتل كلبًا اذا تنفسهُ وضدّهُ الكلور

(٦٨) الفصفور

هذا العنصر غير موجود في الطبيعة حرًّا بل مركبًا مع الكلس وفي الصخور من الرتبة الاولى والبركانية ومنها يمتزج بالاتربة ومن الاتربة يدخل النبات ومن النبات يدخل اجساد الحيوان وهو جزءٌ من اعظامها فانهُ يتركب مع الاكسجين ويكوّن معهُ الحامض الفصفوريك كما رأيت من العملية الثامنة وهذا الحامض يتركّب مع الكلس مكوّنًا فصفات الكلس او كلسيوم فصفات في عرف علماء الكيميا واذا تكلست الاعظام بالحرارة يبقى رماد ابيض

يُستخلَص منهُ الفصفور وجسد رجل بالغ فيهِ ما بين رطل ورطل ونصف وزنًا من كلسيوم فصفات يستخلص منهُ نحو خُمس رطل فصفور صرف

(٦٩) رأينا في ما تقدَّم ان الكربون لهُ هيئتان اي هيئة انواع الفحم وهيئة الماس والفصفور ايضًا لهُ هيئتان الواحدة فصفور اعتيادي اصفر والثاني فصفور احمر وبينهما تفاوت كلي في الخصائص والصفات

العملية الخامسة والاربعون . ركّب صحن حديد على حامل كما في شكل ٣٥ واقطع من الفصفور قطعة على قدر حبة عدس وافعل ذلك تحت الماء لان الفصفور سريع الاشتعال في الهواء الكروي ومعاملتهُ خطرة الا تحت الماء وحرقهُ مؤلم جدًّا . ثم جفف

شكل ٣٥

القطعة التي قطعتها بين قطعتي ورق نشاش و بواسطة ملقاط ضعها على صحن الحديد المشار اليهِ . ثم خذ قطعة من الفصفور الاحمر او مسحوقهُ على قدر الاولى وضعها ايضًا على الصحن المذكور اما الاحمر فلا داعي لحفظهِ تحت الماء مثل الاصفر كما سترى . ثم ضع تحت الصحن قنديلاً الكحوليًا فترى قطعة الفصفور الاصفر عند ب تلتهب سريعًا وتحترق بلهيب لامع و يصعد عنهُ دخان ابيض كثيف اما قطعة الفصفور الاحمر فلا تشعل ان لم تُدَم

الحرارة تحتها مدّةً واخيرًا تشعل وتحترق مثل قطعة الفصفور الاصفر. فترى من هذه العملية ان الاصفر سريع الاشتعال يقتضي حفظهُ في الماء لئلا يشعل من حرارة الهواء الاعتيادية واما الاحمر فلا يشعل بسهولة ولذلك يمكن حفظهُ في الهواء مثل سائر المواد

العملية السادسة والاربعون. الفصفور الاصفر يشعل اذا عُرِك او دُلك. خذ قطعة صغيرة منهُ ولفها في قطعة قرطاس نشاش واعركها تحت رجلك على البلاط او على الارض بقطعة خشب او اطرقها بمطرقة فتشعل. وبناء على هذه الصفة اي سرعة الاشتعال بالدلك يُستخدَم لاصطناع العُوَيدات الشحّاطة. يُجبَل الفصفور بمادّة وتُغمس فيها روءوس العويدات فعند العرك على سطح خشن تتولّد حرارة كافية لاضرام الفصفور وهو يضرم العوَيدة

اما الشحاطة المعروفة بشحاطة الامان التي لاتشعل الا بالضرب على علبتها فاختراع مفيد للتوقية من اضرام النار في محل عرضًا باستعمال الشحاطات كما قد حدث مرارًا فاذا ضربت احدى العوَيدات المشار اليها على ورق خشن او على الحائط لاتشعل واضربها على القرطاس الاسمر اللابس علبتها فتشعل حالاً وتعليل ذلك ان راس شحاطة الامان خالية من الفصفور ولكن عليهِ مادة تشعل مع الفصفور سريعًا ولذلك لاتشعل اذا ضربتها على سطح خشن ايًّا كان خاليًا من الفصفور اما القرطاس

اللابس العلبة فعليهِ مسحوق الفصفور الاحمر فعند ما تضرب الشحاطة عليهِ يلتصق منهُ قليلاً براسها ويشعل مع المادَّة التي عليها

العملية السابعة والاربعون. ذوِّب قطعة صغيرة من الفصفور على قدر حبة حمص في نحو درهمين ايثير في قنينة مسدودة سدًّا محكمًا ويقتضي لذلك عدَّة ايام حتى يذوب الفصفور كلهُ في الايثر ثم اذا فركت يديك بهذا المحلول اي محلول الفصفور في الايثر يضيئان في الظلام لان الايثر يتبخر حالاً ويزول على هيئة البخار ويبقى الفصفور ويتحد مع اكسجين الهواء فيصعد عنهُ بخار ابيض وتتولد حرارة ولكنها ليست بكافية لاشتعال الفصفور

قد تقدَّم ان الفصفور لازم ضروري لنمو الجسد الحيواني وبناء عظامهِ ولذلك لاينمو اذا كان طعامهُ خاليًا من الفصفور والتربة الخالية من مركَّبات الفصفور لاتصلح للحبوب والحيوان الذي يقطع عنهُ كل طعام حاوٍ فصفورًا يقع في علل رديئة تنتهي الى الموت ومن هنا نرى فائدة العظام المسحوقة تسميدًا للاراضي ومثلهُ المواد الحاوية الفصفور منها الكوانو وهو زبل الطيور البحرية

(٧٠) السليكون

السليكون لايوجد في الطبيعة حرًّا ولكنهُ كثير الوجود

مركبًا مع الاكسجين فكل الصخور غير الكلسية فيها سليكون ومع الاكسجين يكوّن اكسيدًا سُمّي سايكا وهو بالحقيقة حامض يتركب مع القلويات فالحجر المعروف بالكوارتس او دبس الملح المتبلور انما هو سليكا صرف والرمل والصخور الرملية سليكا صرف او ممزوج ببعض المواد الاخرى وبعض الحجارة الكريمة مثل الجمشت واليصب واليشم او الحجر اليماني والعقيق والياقوت والخلخيدوني سليكا وحجر الصوان كذلك وانواع الرمل الملونة هي سليكا ملوّن باكسيد الحديد او مواد اجرى والطفال او الصلصال اي طين الفخاري المسمى في بعض المحال دلغانًا انما هو سليكات وكذلك الفلسبار والميكا والمرنبلند وجانب عظيم من الحجارة انما هي سليكا مركبًا مع مادّة اخرى وهو موجود في قشر جميع انواع القصب والخيزران وسوق الحبوب والحشائش وذلك سبب اذاء حرف السكاكين بها والسليكا موجود ايضًا في اكثر المياه الطبيعية في حالة الذوبان وهو موجود بكثرة في مياه الينابيع الحارّة في ايسلاند والزجاج والخزف الصيني والفخّار والآجرّ سليكات

اما الزجاج فيصطنع باحماء مزيج من الرمل الابيض اي السليكا والكلس او الصودا او البوتاسا مع اكسيد الرصاص. فمزيج السليكا والبوتاسا او الصودا او الكلس اي سليكات البوتاسا وسليكات الكلس هو الزجاج الابيض الاعتيادي الذي يُصنع

منهُ زجاج الشبابيك وما يشبه واما الزجاج الصواني فهو سليكات الكلس مع سليكات اكسيد الرصاص

اما السليكون نفسهُ فمادة بلورية سوداء ويُستحضَر بازالة الاكسجين من السليكا وطريقة ذلك عسرة لا يليق ذكرها في هذا المختصر

استفدنا مما تقدم ان الارض موءلفة من مواد محروقة اي مواد معدنية وغير معدنية مركبة مع الاكسجين

الفصل السابع عشر
في العناصر المعدنية

(٧١) الحديد

هو انفع المعادن للبشر لانهُ يُستخدَم لاصطناع الجانب الاعظم من الامتعة والاوعية والآلات ولولاهُ لما وُجِدت الآلة البخارية ولا سكك الحديد ولا السفن الحديدية ولا انابيب للغاز الفحمي وللماء والبخار وربما يسوغ قياس درجة تمدن قوم بدرجة معرفتهم بشغل الحديد وهو موجود بكثرة في كل اقسام الدنيا مركبًا مع الكربون والسليكا والكبريت والفصفور والنكل

والكوبلت وفي العصور السالفة قبل ما استدل الناس على كيفية استخراج الحديد من معدنهِ واستفرادهِ من المواد التي امتزج بها صنعوا سكاكينهم وسائر الآت القطع من الحجارة اولاً ثم من النحاس او من البرونز وهو مزيج من النحاس والقصدير والزنك والرصاص

الحديد داخل في تركيب الحيوان ذي الفقرات وهو جزء من دمها ضروري لصحتها واكسيدهُ نافع للحيوان وللنبات واكاسيد سائر المعادن مضرَّة لها على الغالب

الحديد النيزكي هو الساقط الى الارض مع النيازك اي الشهب وبعض هذه القطع وزنها عدة قناطير و بعضها عدة اواقي فقط اما الحديد المغنطيسي فهو اكسيد الحديد الاسود واكثر وجودهِ بين الصخور من الطبقة الاولى وقد تتكون منهُ جبال برمتها كما في ولاية مسوري من الولايات المتحدة غير ان اكثر وجودهِ على هيئة الاكسيد الاحمر و يقتضي لاستفرادهِ ان يُحَمَّى اولاً مع الفحم الحطبي الذي يتركب مع اكسجينهِ ويترك الحديد وحدهُ ثم يُطرَق قضباناً او يصهر في كور ويصبّ على هيئات شتى حسب المطلوب او يمرّ بين استطوانات ثقيلة فيخرج على هيئة صفائح تُصنَع منهُ الآلات البخارية والسفن الحديدية

الحديد اذا أُحمي الى درجة الحمرة قابل التطرق والشغل حتى تُصنَع منهُ المسامير واُطُر عجلات العربات ونعال الخيل وهذا

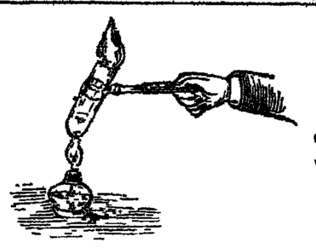
النوع من الحديد قابل الوصل بعضهُ ببعض اي اذا أُحمي قطعتان منهُ تجعلان قطعةً واحدة بالطرق وسُمّي حديدًا مشغولاً او مطروقًا تمييزًا بينهُ وبين الحديد المصبوب الذي تُصنَع منهُ اوعية والآت وانابيب ولكنهُ لا نوصل قطعة منهُ بقطعة اخرى بواسطة الاحماء والطرق ويُصنَع الحديد المصبوب بصهر الحديد المعدني في كور بواسطة الفحم الحجري وحجر الكلس وهو لا يقبل التطرق ولا تُصنَع منهُ صفائح بل هو قصم سريع الانكسار ويخالطهُ بعض الكربون

اما الفولاذ الذي تُصنَع منهُ افضل الآت القطع مثل السكاكين والسيوف والمواسي فهو مركب من الحديد والكربون وهو اصلب من الحديد ولذلك يقبل التحديد الى الدرجة القصوى

راينا في العملية الثالثة والثلاثين انهُ اذا أُحرِق الحديد في الهواء يتولد اكسيد الحديد ويتولد هذا الاكسيد ايضًا اذا تُرِك الحديد المصقول معرضًا للهواء والرطوبة اي يصدأُ والصدأُ انما هو اكسيد الحديد واذا طال عليهِ العهد يتحول كلهُ الى صدأ اي اكسيد والبقع التي تتكون على الثياب البيض من تلقاء الحديد هي ايضًا اكسيد الحديد او الصدأ

العملية الثامنة والاربعون . ضع قليلاً من برادة الحديد في انبوبة كشف وصب عليها قليلاً من الحامض الكبريتيك المخفّف فيصعد من الانبوبة غاز بالتدريج واذا احميتها على قنديل

الكحولي كما في شكل ٣٦
يصعد الغاز بغزارة واذا
قربت اليه لهيب شمعة يشعل
عند فوهة الانبوبة وهذا
الغاز المشتعل انما هو
الهيدروجين الناتج من حل
الماء اي الحديد يذوب في الحامض


شكل ٣٦

ويتكون كبريتات الحديد اي الزاج الاخضر والهيدروجين من الماء يفلت . ثم املأ الانبوبة ماء ورشح الكل عن قرطاس مرشح وضع السيال الصافي الباقي بعد الترشيح في وعاء كما في شكل ٣٧ وبخر الماء بالحرارة فتتكون بلورات خضر هي الزاج الاخضر اي كبريتات الحديد الكثير الاستعمال في بعض الصنائع

شكل ٣٧

كصنعة الصبغ وعمل انواع من حبر الكتابة واذا اردت ان تكشف عن وجود الحديد او املاحه في سيال فطريقة ذلك تتضح من هذه العملية

العملية التاسعة والاربعون . ضع قليلاً من السيال الصافي المشار اليه في العملية السابقة في نحو وقيتين ماء صاف واضف اليه

بعض القطرات من الحامض النيتريك ثم اضف اليهِ بعض القطرات من محلول البوتاسيوم الفروكيانيد او پروسيات البوتاسا الاصفر فيتحول لون السيال ازرق صافيًا من توليد فروكيانيد البوتاسا الازرق المعروف بالازرق البروسياني

موجود في اكثر الجبال كبريتت الحديد وهو مركَّب من الحديد والكبريت على هيئة قطع لامعة مصفرة مكعبة الشكل وكثيرًا ما تظنهُ العامة ذهبًا ولذلك سُمّي ذهب المجانين ويكشف بسهولة باحمائهِ في النار لانهُ عند ذلك تصعد عنهُ رائحة الكبريت واذا كثر في محل يُجْمَع كومًا حتى تنفعل فيهِ الرطوبة والهواء فيتولد حامض كبريتيك وهو يتحد مع الحديد ويتكون زاج اخضر ويُستخلَص بالغسل ثم بالتجفيف وعلى هذه الكيفية يُصنَع جانب كبير من زاج التجارة

(٧٣) الومنيوم

هو موجود في الطبيعة مركبًا مع سليكا وپوتاسا وكلس ومغنيسيا على هيئة طين الخزف والتربة المعروفة بالدلغان او الصلصال او الطَّفال واستخلاصهُ من هذه المواد الغريبة عسر جدًّا ولذلك لم يكثر استعمال الالومنيوم لزيادة ثمنهِ وهو معدن ابيض فضيّ اللون ويشبه الفضة ايضًا في الصلابة ولكنهُ خفيف الوزن اخفّ من الزجاج والفتهُ للاكسجين قليلة فلا يصدا اذا عُرِض

للهواء و يصلح لاصطناع امتعة كما تصلح الفضة واذا أُحمي في الهواء يتولد اكسيد الالومنيوم او الومينا واذا تركب الومينا مع الحامض الكبريتيك يتكوّن كبريتات الالومينا اي الشب الابيض

اكسيد الالومنيوم او الومينا موجود في الطبيعة ممزوجاً بمواد ملوّنة في حجر الياقوت الاحمر والصفير الازرق واما السنباذج فالومينا صرف تقريباً وعلماء الكيميا يبحثون على الدوام عن طريقة لاستخلاص الالومنيوم من مركباتهِ سهلة قليلة الكلفة واذا فازوا بغرضهم يصير هذا المعدن النافع رخيصاً

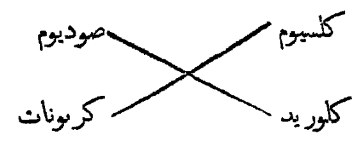
(٧٣) الكلسيوم

هو معدن خفيف اصفر على لون الذهب الممزوج بالفضة واذا عُرِض للهواء يمصُّ منهُ اكسجين فيتولد اكسيد الكلسيوم اي الكلس وهو على هذه الهيئة موجود بكثرة في الطبيعة مركَّباً مع الحامض الكربونيك على هيئة انواع المرمر والرخام والطباشير والمرجان والحجارة الكلسية والصخور التي تألفت منها سلاسل جبال وهي كلها كربونات الكلس اما الجص او الجبس فهو كلسيوم كبريتات والعظام كلسيوم فصفات واذا جُعلت حجارة كربونات الكلس الخالية من السليكا اي من الصوان في اتونٍ وأُحميت الى درجة عالية يُطرَد منها الحامض الكربونيك و يبقى كلس كاوٍ

العملية الخمسون . في العملية الحادية و الثلاثين بعد صب

الحامض الهيدروكلوريك على قطع الرخام يبقى في القابلة محلول كلسيوم كلوريد واذا رشحتهُ وجففتهُ يبقى مسحوق جافّ ابيض هو كلسيوم كلوريد وهو المادة التي استخدمناها في العملية الحادية والعشرين لاجل تجفيف غاز الهيدروجين ونزع بخار الماء منهُ واذا عُرِض هذا المسحوق على الهواء بعض الساعات تراهُ قد ذاب اي من شراهتهِ للماء مص البخار الموجود في الهواء وذاب فيهِ

ذوّب قليلاً من الكلسيوم كلوريد في ماء في انبوبة كشف فترى المذوب صافيًا ثم ذوب قليلاً من كربونات الصودا في ماء في انبوبة اخرى فترى هذا المذوب صافيًا ايضًا ثم امزجهما فيتعكر السيال حالاً وذلك لان الحامض الكربونيك من كربونات الصودا ذهب الى الكلس مكوّنًا كربونات الكلس اي الطباشير غير القابل الذوبان في الماء كما عرفت والكلور ذهب الى الصوديوم مكوّنًا صوديوم كلوريد اي ملح الطعام وهو قابل الذوبان في الماء وهذه صورة الحل والتركيب المتبادل الذي حدث



ونرى من هذه العملية ان بعض املاح معدن مفروض يذوب في ماء والبعض الآخر من املاح ذلك المعدن نفسهِ لايذوب في الماء وفي هذه العملية لم تحضر مادة اخرى غريبة بل

تغيّرت وضع دقائق المواد الموجودة اي حدث تبادل بهِ تكوّن الطباشير ولكن عناصر الطباشير كانت موجودة قبل ولولا ذلك لما تكوّن

الكلس يذوب في ٧٠٠ جزء من الماء اي درهم كلس مثلاً يذوب في ٧٠٠ درهم ماء والماء البارد يذوّب منهُ مضاعف ما يذوّبهُ الماء الحارّ وماء الكلس كثير الاستعمال في العمليات الكيماويّة كاشفًا كما علمت مما مضى

(٧٤) المغنيسيوم

هو معدن فضي اللون ليّن قابل السحب شريطًا وخيوطًا ولا يوجد في الطبيعة صرفًا بل مركّبًا مع كربونات الكلس اي حجرهُ كربونات الكلس والمغنيسيا ويتركب ايضًا مع السليكا . وسليكات المغنيسيا جزء من حجر الصابون والسربنتين والطلق وهو موجود ايضًا في ماء البحر مركبًا مع الكلور واليود والبروم

العملية الحادية والخمسون . خذ قطعة من شريط المغنيسيوم وادخل طرفها في لهيب فيشعل المغنيسيوم ويعطي نورًا لامعًا ابيض صافيًا ويسقط الى الارض مسحوق ابيض هو اكسيد المغنيسيوم اي مغنيسيا اما الدخان الاسود الذي تراهُ صاعدًا عن المغنيسيوم المشتعل فهو بخار المعدن نفسهِ لا كربون ويصعد البخار عنهُ بدون احتراق على هيئة الدخان الاسود المشار اليهِ . اما

الدخان الابيض فهو من اكسيد المغنيسيوم الصاعد على هيئة هباب ابيض

ثم اذا جمعت بعض المسحوق الابيض المشار اليهِ ووضعتهُ في انبوبة كشف واضفت اليهِ بعض القطرات من الحامض الكبريتيك ثم انصبَّ السيال الصافي الناتج في وعاء صيني وتبخّر الماء فعند نهاية العمل تجد في الوعاء بلورات ابريّة الشكل طويلة هي كبريتات المغنيسيا وهو المسمى الملح الانكليزي وملح ابسم وهو مركب من الحامض الكبريتيك والمغنيسيا

لو كان استخلاص المغنيسيوم من مركباتهِ سهلاً لافاد في عدّة اعمال صناعيّة ولكنهُ عسر كثير الكلفة ولذلك لم يُستخدَم الا في اصطناع بعض الالعاب الناريّة او اذا اضطرّ الى نور شديد لامع كما في تصوير بعض المغائر الممتنع دخول نور الشمس اليها

الفصل الثامن عشر
في العناصر المعدنيّة ايضًا

(٧٥) الصوديوم

ذُكِر في العملية الخامسة عشرة انهُ اذا أُلقيت قطعة صوديوم في ماء يحل بعض الماء و ياخذ الصوديوم الاكسجين منهُ و يفلت الهيدروجين ولسبب شراهة الصوديوم للاكسجين لا يُحفَظ في الهواء بل يقتضي وضعهُ في سيال خالٍ من الاكسجين مثل النفط او

البتروليوم وذُكِر في العملية الخامسة عشرة ايضًا ان الماء المحمَّر باللتموس بعد اضافة حامض اليهِ يعود الى اللون الازرق اذا أُلقيت فيهِ قطعة صوديوم وذلك لانهُ يتولَّد صودا او اكسيد الصوديوم وهو قلوي ضد الحامض كما عرفت مما سبق

الصوديوم موجود بكثرة في الطبيعة على هيئة صوديوم كلوريد اي ملح الطعام وهو يستخلص غالبًا من صوديوم كربونات على طريقة رخيصة وهو معدن فضي اللون ليّن اذا أُلقي في الماء الحارّ او أُحمِي قليلاً يشعل بنور لامع اصفر فاقع وكل املاح الصوديوم اذا أُشعلت تكسب اللهيب لونًا اصفر والكيماوي يستخدم الصوديوم لكي يحصل على المغنيسيوم والالومينيوم

مركبات الصوديوم كثيرة واشهرها

اسم دارج	اسم كيماوي	تركيب
ملح الطعام	صوديوم كلوريد	صوديوم وكلور
ملح كلاوبر	« كبريتات	« حامض كبريتيك
صودا متبلور	« كربونات	« « كربونيك
ناترون	« نيترات	« « نيتريك
صودا كاوي	« هيدرات	« وماء

ملح الطعام يستخرَج من معادنهِ الموجودة في اماكن كثيرة ومن ماء البحر ومن ماء بعض الينابيع المالحة ومنهُ تتكون سائر املاح الصوديوم . مثال ذلك اذا اردت استحضار ملح كلاوبر

فصبّ الحامض الكبريتيك على ملح الطعام فيصعد دخان ابيض
كثيف هو بخار الحامض الهيدروكلوريك ويبقى صوديوم
كبريتات وهذا تعليل الحل والتركيب المتبادل الجاري

ملح الطعام | صوديوم ———— حامض كبريتيك
| حامض هيدروكلوريك

واذا ادخلت ورق اللتموس الازرق المبلول في البخار الصاعد
تراهُ يحمرّ سريعًا وذلك برهان على كون البخار المشار اليهِ حامضًا

العملية الثانية والخمسون . ضع قليلاً من ملح الطعام
في انبيق وصبّ عليهِ قليلاً من الحامض الكبريتيك وادخل البخار
الصاعد عنهما في قابلة مبلول داخلها بماء الامونيا فيتكون بخار
ابيض كثيف يجمع بعد قليل على جدران القابلة على شكل
بلورات ملحيّة هو امونيوم كلوريد اي نشادر

(٧٦) البوتاسيوم

هو معدن ابيض فضّي اللون اذا قُطِع غير ان سطحهُ يسودُّ
سريعًا من تاكسد المعدن لانهُ شديد الشراهة للاكسجين ولذلك
لا يُحفَظ الا تحت النفط او سيال آخر خالٍ من الاكسجين واذا
أُلقي في الماء يشعل بنور بنفسجي اللون ويتكون اكسيد البوتاسيوم
او بوتاسا

البوتاسيوم موجود في الطبيعة مركبًا في عدّة من الحجارة

والاتربة على هيئة سليكات البوتاسا وفي رماد النبات البرّي
ويُستخلص البوتاسا من الرماد بغسلهِ فيذوب البوتاسا في الماء ثم
يبخّر الماء بالغليان ويبقى البوتاسا وهو شديد الشراهة للحامض
الكربونيك بمصهِ من الهواء اذا عُرِض عليهِ ويتحول الى كربونات
البوتاسا وهو وكربونات الصودا كثير الاستعمال في بعض الصنائع
ويُستعملان في البيوت لاجل رفخ العجين اي يذوّب قليل من
كربونات البوتاسا او كربونات الصودا وفي ماء ويُجبَل مع
العجين فعندما ياخذ بالاختمار يتركب الحامض المتولد مع
البوتاسا ويفلت الحامض الكربونيك وتمنعهُ لزوجة العجين عن
الانفلات بسهولةٍ فيرفخهُ وينفخهُ ويجعلهُ خفيفًا كثير المسام

املاح البوتاسيوم كثيرة وهي كثيرة الاستعمال في الصنائع منها
بوتاسيوم كربونات الماضي ذكرهُ وبوتاسيوم نيترات اي ملح البارود
وبوتاسيوم كلورات وهو كثير الاستعمال في الطبّ وفي اصطناع
بعض انواع الشحاط

(٧٧) الصابون

اذا أُغليت مواد زيتيّة او دهنيّة مع مادة قلوية مثل البوتاسا
او الصودا يتكون صابون وهو نوعان جامد ورخو اما الجامد
فيُصنَع بواسطة الصودا وهو المعروف بالقلى عند اهل هذه الصناعة
واما الرخو فبواسطة البوتاسا

العملية الثالثة والخمسون . ضع نحو اربع دراهم زيت الخروع او زيت الزيتون في وعاء صيني مع قليل من الماء الحارّ واضف اليهِ قليلاً من الصودا الكاوي ثم أغلِ المزيج فيختفي الزيت و يتولد صابون و يذوب في الماء و بعدما يغلي قليلاً ألقِ في الوعاء حفنة ملح الطعام فيذوب في الماء و يطرد منهُ الصابون وهو يعوم على سطح السيال واذا برد يجمد على هيئة صابون جامد ابيض ويصلح هذا العملُ مع اي زيتٍ او دهن كان غير ان زيت الخروع اسهل تَصَوُّناً من غيرهِ من المواد الزيتيةّ

الصابون الاعتيادي يذوب في الماء الصرف ولا يذوب في الماء المالح غير ان الصابون المصنوع من زيت جوز الهند اي النرجيل يذوب في الماء المالح ولذلك تعتمد عليهِ النواتي في اسفارهم الطويلة بحرًا والآن نطلب من الطالب الفطن التعليل عن كيفية فعل الصابون في ازالة الاوساخ عن الابدان وعن الثياب والاقمشة

(٧٨) النحاس

هو معروف عند الناس منذ زمان قبل ما عرفوا كيفيةّ شغل الحديد ولكونهِ ليناً تحت الطرق ومتيناً تحت الشد يصلح لاصطناع الاواني والامتعة والشريط والآت شتّى وهو موجود في الطبيعة صرفًا تارةً على هيئة بلورات صغار وتارةً على هيئة قطع كبيرة كما

في معادن النحاس على البُحيرة الكبيرة في الولايات المتحدة الاميركيّة وهو موجود ايضاً مركّباً على هيئة كبريتت النحاس واكسيد النحاس الاحمر وكربونات النحاس في شكل من الحجارة حسن جداً يُعرَف بالملاخيت الاخضر وهو كثير الوجود في سيبيريا وفي شرقي افريقيا والركاز الذي منهُ يُستخرَج بالاكثر هو كبريتت النحاس وهو الذي تكوّن في العملية السابعة

اذا عُرِض النحاس على الهواء يتأكسد واذا اصابهُ خل يتولد خلّات النحاس او الزنجار وجميع مركبات النحاس سامّة فيقتضي ان تكون جميع الاواني النحاسية المستعملة للطبخ او لحفظ الطعام مبيّضة تبييضاً جيّداً وضدّ الانسمام باملاح النحاس زلال البيض شرباً

اذا مُزِج النحاس مع الزنك يتكون مزيج سُمّي النحاس الاصفر او الصِفْر واذا امتزج ٩١ جزءا من النحاس و٦ اجزاء من الزنك وجزئين من القصدير وجزء واحد من الرصاص فهو البرونز واذا أُحمي النحاس في الهواء يكتسي كسوة سوداء هي اكسيد النحاس واذا أُديم العمل يتحوّل كلهُ اكسيداً وهو اكسيد النحاس الاسود الذي استخدمناهُ في العملية الثانية والعشرين لاجل حلّ الماء

العملية الرابعة والخمسون. ضع في انبوبة كشف قطعتين او ثلاث قطع من خراطة النحاس واقطر عليها عدة قطرات من الحامض النيتريك فيصعد بخار اسمر اللون محمرّ ويبقى محلول

نيترات النحاس اي النحاس قد تركَّب مع الاكسجين ومع الحامض النيتريك

املأ انبوبة كشف ماء واقطر فيهِ نقطة واحدة من السيال المشار اليهِ ثم اضف اليهِ قطرة او قطرتين من ماء الامونيا فيتلوَّن اللون الازرق اي الامونيا كاشف عن وجود املاح النحاس

الشبُّ الازرق (انظر عملية ٢٤) هو كبريتات النحاس واذا ذوِّبت قطعة صغيرة منهُ في ماء ثم اضفت اليهِ ماء الامونيا يتكون اللون الازرق الحسن كما في العملية الاخيرة مع نيترات النحاس

(٧٦) الزنك وهو التوتيا والخارصيني

هو موجود في الطبيعة على هيئة الكربونات والاكسيد الاحمر والكبريتت المعروف بالبلند . والزنك الصرف معدن ابيض مزرقٌ اذا كُسِر يظهر في المكسر اشارات التبلور وهو كثير الاستعمال في الصنائع واذا كُسِي بهِ الحديد يمنع عنهُ الهواء فيمنع عن الصدأ وسُمِّي حينئذٍ حديدًا مزيبقًا مع انهُ ليس للزيبق دخل في العمل مطلقًا والاولى ان يُسمَّى مزنكًا او مخرصنًا واذا مُزِج بالنحاس الاحمر يكوِّن النحاس الاصفر كما ذُكِر انفًا

العملية الخامسة والخمسون . اذا ذُوِب زنك في حامض كبريتيك مخفف (كما في العملية ١٧) يفلت غاز الهيدروجين ويبقى زنك كبريتات محلولاً في الانبيق ثم اذا رشحت السيال

الباقي بعد استحضار الهيدروجين ثم بخّرتهُ بحرارة خفيفة فعند ما يبرد تتكوّن بلورات زنك كبريتات واذا احميت خراطة التوتيا في الهواء الى درجةٍ عالية تحترق وبقى مسحوق ابيض هو زنك آكسيد ومن هذه الجهة بين الزنك والمغنيسيوم مشابهة

(٨٠) القصدير · التَنَك

هو معدن ابيض لامع موجود في الطبيعة مركّباً مع الاكسيجين على هيئة اكسيد القصدير او مع الكبريت على هيئة كبريتيد وهو سهل التطرق والصهر وكثيرًا ما يُستخدَم في الصنائع لاجل توقية الحديد من الصدأ فاذا طُرِق الحديد صفائح او الواحًا رقيقة ثم أُطلي بالقصدير فهو التنك الاعتيادي الذي تُصنَع منهُ امتعة كثيرة مفيدة والمزيج المركَّب من اربعة اجزاء قصدير وجزء من الرصاص كثير الاستعمال لاصطناع بعض الاواني والمزيج المسمى معدن ريطانيا مركب من قصدير ونحاس اصفر وانتيمون وبزموت اجزاء متعادلة من كل شكل واللحام المستعمل عند التناكرة مركَّب من القصدير والرصاص

الركاز الذي يُستخرَج منهُ اكثر القصدير هو اكسيده يُحمَى مع الفحم الذي يتركب مع اكسيجينهِ ويُصهَر المعدن ويُخرج من اسفل الكور

العملية السادسة والخمسون · امزج قليلاً من اكسيد القصدير

بمثلهِ كربونات الصودا وضع المزيج في ثقب مصنوعة في قطعة فحم كما في شكل ٢٨ واحمهِ بواسطة البوري فيصهر المزيج و بعد احمائهِ مدة اقطع كل ذلك القسم من الفحم بسكين واسحق الكل في هاوون واغسل المسحوق بماء لاجل ازالة الفحم عنهُ فتبقى كرات صغار بيض ثقيلة هي القصدير المعدني اللامع الابيض . والتعليل ان اكسجين الاكسيد تركب مع كربون الفحم

شكل ٢٨

وطار على هيئة اكسيد الكربون الغازي وبقي القصدير المعدني وأُصهِرَ فاخذ الهيئة الكروية كما رايت

(٨١) الرصاص

هو معدن ليّن مزرقُّ اللون يُقطَع ويُصهَر بسهولة ولا يتأكسد اي لا يصدأُ في الهواء الا سطحهُ وهو كثير الاستعمال لاجل اصطناع الانابيب والحيات وعلى هيئة صفائح تغطى بهِ القبب

والسقوف وتُصَبّ منهُ رصاصات البندقيات واشكال الخردق

الرصاص موجود في الطبيعة صرفًا على كميات قليلة منهُ واكثرهُ يُستخرَج من الركاز الذي هو كبريتيد الرصاص ويُسمَّى جالينا. يُسحَق الركاز ثم يُصهَر في كور على هيئة خصوصية وكثيرًا ما تخالط ركازهُ الفضَّة

للرصاص عدة مركَّبات كلها مستخدمة في الصنائع او في الطب منها هذه

اسم دارج	اسم كيماوي	تركيب
اسفيداج	رصاص كربونات	رصاص وحامض كربونيك
سلاقون	« اكسيد احمر	« واكسجين
المرداسنج او المرداسنك	« « اصفر «	«
سكر الرصاص	« خلات	« حامض خلّيك
كروم اصفر	« كرومات	« « كروميك

اكثر هذه المركبات الرصاصيَّة تستعمل لتلوين انواع الدهانات والاكسيد الاصفر يستعمل في دهان بعض اواني الخزف اي تقزيز بواطنها وكلها سامَّة اذا دخلت الى الجسد ولو على كميات جزئيَّة على مدة تُحدِث علَّة رديئة تسمى قولنج الدهانين فيقتضي الحذر من شرب ماء جارٍ في انابيب رصاص او مستقر في اوعية مبطنة برصاص

تنبيه . ذكرنا انفًا ان التنك انما هو الواح حديد رقيقة

مكسية قصديرًا اما التنك الذي تُصنَع منهُ أوعية البتروليوم فيخالطهُ رصاص وتلك الاوعية يشتريها التناكرة بثمن بخس و يصنعون منها اباريق واواني وامتعة فاذا استُخدمت في البيوت يقع اصحابها في خطر من الانسمام الرصاصي فتدبر

العملية السابعة والخمسون . ذوّب قليلاً من سكر الرصاص اي رصاص خلات في ماءٍ واقطر فيهِ قطرة من الحامض الكبريتيك فيتكون راسب ابيض هو كبريتات الرصاص . واذا اضفت اليهِ قليلاً من پوتاسيوم كرومات او بوتاسيوم يوديد يتولّد راسب اصفر هو رصاص كرومات مع الاول ورصاص يوديد مع الثاني وقد ذكرنا سابقًا (عملية ٢٥) انهُ اذا عُلِّقت قطعة زنك في مذوّب خلات الرصاص ينحلّ المركّب فيجمع الرصاص على قطعة التوتيا على هيئة بلوريّة . مطلوب من الطالب التعليل عن التغيرات المتبادلة الحادثة مع الكواشف المذكورة اعلاهُ .

(٨٢) الزِئبَق

هو معدن ابيض لامع ثقيل مائع على درجات الحرارة الاعتيادية ويجمد على −٣٩° ف و يغلي على ٦٦٢° ف فيتحول بخارًا بل يتبخر بالتدريج على ٤٠° فصاعدًا وهو موجود في الطبيعة صرفًا ولكنهُ بالاكثر يُستخلَص من ركازةِ الذي هو كبريتيد الزئبق و يُعرَف بالنُزنجُفر

الزئبق يُستعمَل صرفًا لاجل اصطناع البارومتر والترمومتر ولاجل عمل المرايا ومركباتهُ كثيرة الاستعمال في الطب والكيميا وبسبب سهولة تبخرهِ يمكن تنقيتهُ بالاستقطار مثل الماء

من مركبات الزئبق الزنجفر وهو كبريتيد الزيبق والسليمانة وهي ثاني كلوريد الزيبق والكلومل او الزئبق الحلو وهو اول كلوريده

(٨٣) الفضّة

الفضة موجودة صرفًا في الطبيعة قليلاً واكثر وجودها ممتزجة بالرصاص والكبريت والانتيمون والنحاس والحديد واغنى معادنها في مكسيكو وبيرو واسبانيا والهند الشرقيّة ونروج وصكسونيا

من اجلّ صفات الفضة انها لا تتاكسد في الهواء ولذلك تصلح للمعاملة المصكوكة ولاصطناع الاواني غير انهُ لاجل الصك يقتضي ان تزاد صلابتها قليلاً بمزجها مع النحاس

العملية الثامنة والخمسون . ضع قطعة معاملة فضيّة في انبوبة كشف وصب عليها بعض القطرات من الحامض النيتريك فيصعد منها بخار احمر كثيف مفطس خانق واذا أُحميت الانبوبة قليلاً تذوب الفضة كلها وقد ذُكر انفًا (عملية ٢٤) ان صوديوم كلوريد يُكشَف عن حضورهِ بالفضة وبالقلب الفضة يُكشَف عن

حضورها بواسطة صوديوم كلوريد وإذا قطرت في السيال المشار اليهِ قليلاً من محلول صوديوم كلوريد يتولد راسب ابيض هو فضة كلوريد والتعليل ان فضة نيترات قابل الذوبان في الماء والمحلول صافٍ وكذلك محلول صوديوم كلوريد وعند مزجهما يذهب الكلور الى الفضة ويكوّن فضة كلوريد غير القابل الذوبان في الماء والصوديوم يتركَّب مع الحامض النيتريك مكوّنًا صوديوم نيترات وهو قابل الذوبان في الماء . ثم رشّح السيال عن قرطاس نشاش فيكون السيال الصافي مخضرًّا مزرقّ اللون لوجود النحاس فيهِ . اغمس فيهِ قطعة حديد مصقول فيرسب النحاس على الحديد على هيئة غشاء رقيق احمر

فضة نيترات او حجر جهنم كثير الاستعمال في الطب والجراحة ويُصنَع منهُ ايضًا حبر للكتابة على القماش اذا كُتِب بهِ يتحول الى آكسيد الفضة ولا يزول لونهُ غير انهُ يزال عن الاقمشة وعن الايدي بيوديد البوتاسيوم ويكيانور البوتاسيوم

(٨٣) الذهب

أَكْرِمْ بِهِ أصفرَ رَاقتْ صُفْرَتُه
جوَّابَ آفاقٍ ترامَتْ سَفْرَتُه
تبًّا لَهُ مِنْ خادعٍ ممَاذِقِ
أصْفَرَ ذِي وَجْهَيْنِ كَالْمُنَافِقِ

هو موجود في الطبيعة صرفًا على هيئة قشور او حبوب مثل الرمل او قطع كبار يبلغ وزنها عدة ارطال وعلى الغالب يمزَج بالكوارتس وكثيرًا ما تخالطهُ فضة

الذهب قابل السحب شريطًا وسلكًا وهو قابل التطرق ايضًا حتى تُصنَع منهُ اوراق رقيقة جدًّا ولكنهُ لا يصلح للصك الا اذا تصلَّب قليلاً بواسطة اضافة كمية جزئية من النحاس اليهِ

الذهب لا يذوب في حامض واحد واذا قصدت تذويبهُ يقتضي ان تضعهُ في مزيج مركب من جزء حامض نيتريك بالكيل وجزئين حامض هيدروكلوريك وهذا المزيج معروف عند الصياغ بماء الفضة

العملية التاسعة والخمسون . خذ قطعة من رق الذهب واقسمها شطرين وضع كل شطر في انبوبة كشف على حدتهِ وصب في احداها حامض نيتريك وفي الاخر حامض هيدروكلوريك فترى الذهب لا يتغير في احداها ثم امزجها فترى الذهب يزول عن قليل اي يذوب في مزيج الحامضين

الذهب الخالص لا يكمدُّ في الهواء ولا يسودُّ اذا عُرِض على بخار الكبريت مثل سائر المعادن ولذلك يُستخار للمصكوكات والحلي

——>○○○<——

الفصل التاسع عشر

بعض النتائج مما تقدم

(٨٤) التركيب على نَسَبَةٍ معيّنة

اننا في الفصول التي تقدمت درسنا بعض الامور المتعلقة بالنار والهواء والماء والتراب وتعلمنا انها مؤلفة من مواد شتى وتحققنا من جهة كل المواد في العالم ان كانت جامدة او مائعة او غازيةً حيوانية كانت او نباتية او معدنية انها مؤلفة من عنصرين فاكثر من ٦٢ عنصرًا بسيطًا وتعلمنا ايضًا ان احالة عنصرٍ الى عنصرٍ آخر مستحيل وإن العلماء عجزوا الى الآن عن حل احد هذه العناصر

وتعلمنا ايضًا ان هذه العناصر تتركَّب بعضها مع بعض ويتولَّد من ذلك التركيب اجسامٌ ومواد مختلفة جدًّا عن صفات عناصرها وإن تلك العناصر تُسترجَع وتُجمَع ايضًا بحل مركباتها على طرقٍ شتى وتعلمنا ايضًا ان وزن المركَّب يعدل مجتمع اوزان عناصرهِ تمامًا وفي كل تركيب كيماوي لا يقع خلل ولا تغير في وزن العناصر المتركبة اي لا يستطيع الانسان ان يخلق ولا ان يبيد لا يوجد عنصرًا ولا يُعدِم عنصرًا موجودًا

قبل استخدام الميزان في الامتحانات الكيماوية كانت

الاوهام والآراء الفاسدة غالبة ولما استخدم لافاوسيير الميزان في المسائل الكيماوية انقلبت الاراء القديمة وظهر فسادها وقد رأينا في العملية (٣٢) كيفية استخدام الميزان في البحث الكيماوي وظهر لنا حينئذٍ

ان ١٦ جزءا بالوزن من الاكسجين	١٦
وجزئين بالوزن من الهيدروجين	٢
تكوّن ١٨ جزءًا من الماء	١٨

وقلنا حينئذٍ ان الماء ابدًا دائمًا مركّبٌ على هذه النسبة وهذا القول صحيح من جهة جميع المركبات اي عناصرها مركّبة بعضها مع بعض على نسبة معيّنة لاتقبل التغيّر. وقد وجدنا (عملية ٣٣)

ان ١٦ جزءًا بالوزن من الاكسجين	١٦
و ٢٠٠ جزء بالوزن من الزئبق	٢٠٠
يتكون منها اكسيد الزيبق	٢١٦

فاذا طلبت ١٦ رطلاً من الاكسجين يقتضي ان تاخذ ٢١٦ رطلاً من اكسيد الزئبق الاحمر فتحصل على المطلوب تمامًا على شرط انهُ لايفلت من الغازشيءٌ وهكذا بالنسبة البسيطة يُستعلَم كم من الاكسيد يلزم لاجل الحصول على ايّة كمية فُرِضت من الاكسجين. واذا قصدت ان تستخلص اكثر ما يمكن من الحامض النيتريك من اقل ما يمكن من ملح البارود والحامض الكبريتيك (عملية ٤٠)

يقتضي ان تاخذ ٩٨ جزءًا من الحامض الكبريتيك و ١٠١ جزء من ملح البارود فتحصل على ٦٢ جزءًا من الحامض النيتريك واذا حرقت ٢٤ جزءًا من المغنيسيوم (عملية ٥٠) احصل على ٤٠ جزءًا من المغنيسيا على شرط اني لا اضيع شيئًا من الحاصل فالخلاصة ان كل عنصر لهُ وزن يختصُّ بهِ في التركيب وتلك الاوزان سُمّيت اوزانها التركيبيّة او الجوهرية

(٨٤) هاك جدول العناصر المذكورة انفًا مع سيمائها اي الاحرف المقتطعة من اسمائها للدلالة عليها بالاختصار مع اوزانها التركيبيّة

عناصر غير معدنية

اسم	سيمة		وزن تركيبي او جوهري
اكسجين	ا	=	١٦
هيدروجين	ه	=	١
نيتروجين	ن	=	١٤
كربون	كر	=	١٢
كلور	كل	=	٣٥
كبريت	ك	=	٣٢
فصفور	ف	=	٣١
سليكون	س	=	٢٨

عناصر معدنية

اسم	سيمة		وزن تركيبي او جوهري
حديد	ح	=	٥٦
الومنيوم	الـ	=	٢٧
كلسيوم	كلس	=	٤٠
مغنيسيوم	م	=	٢٤
صوديوم	ص	=	٢٣
پوتاسيوم	ب	=	٣٩
نحاس	نح	=	٦٣
زنك	زن	=	٦٥
قصدير	ق	=	١١٨
رصاص	رص	=	٢٠٧
زئبق	زي	=	٢٠٠
فضّة	فض	=	١٠٨
ذهب	ذ	=	١٩٧

وهذه الاعداد تعينت بحل المركبات مثالهُ بحل اكسيد الزئبق الاحمر وُجِد ان فى ٢١٦ جزءًا منهُ بالوزن خرج ١٦ جزءًا من الاكسجين و٢٠٠ جزء من الزئبق واذا أُحمِي الكبريت والنحاس معًا (عملية ٧) يتركب ٦٣ جزءا بالوزن من النحاس مع ٣٢ جزءًا بالوزن من الكبريت ويتكوّن ٩٥ جزءًا بالوزن من

نحاس كبريتيد وإذا أُخذ زيادة عن هذا الوزن من احد العنصرين تبقى الزيادة غير مركّبة

قلنا ان ١٦ جزءًا من الاكسجين يتركب مع جزئين من الهيدروجين لاجل توليد الماء وهذا الوزن نفسهُ من الاكسجين يتركّب مع سائر المعادن لكي يكوّن معها اكاسيد والوزن من المعدن الذي يتركب معهُ هو وزنهُ التركيبي او الجوهري مثالهُ ١٦ جزءًا من الاكسجين مع ٥٦ جزءًا من الحديد تكوّن اكسيد الحديد ومع ٤٠ جزءًا من الكلسيوم تكوّن اكسيد الكلسيوم اي الكلس ومع ٦٥ جزءًا من الزنك ومع ١١٨ جزءًا من القصدير ومع ٢٠٧ اجزاء من الرصاص لكي تكوّن مع هذه المعادن اكاسيدها وبكتابة سمات العناصر اي الاحرف المقتطعة من اسمائها مع الارقام الدالّة على اوزانها التركيبيّة ندلّ بالاختصار على تركيب المواد المركبة

اذا كُتِبت سمة عنصر بدون عدد بعدها يُقصَد من ذلك العنصر وزنهُ التركيبي فلو كُتِب ه مثلاً وهي سمة الهيدروجين لكان المراد وزنهُ التركيبي اي ١ ولو كُتِب ا وهي سمة الاكسجين لكان المراد ١٦ جزءًا منه لان وزنهُ التركيبي ١٦ ولو كتب زي كان المراد ٢٠٠ جزء من الزئبق بالوزن

اذا اردتُ ان اكتب اكسيد الزئبق مثلاً ادلّ على هذا المركب بهذه الاحرف زي ا وهي تدل على كون المادة مركبة

من الزئبق والاكسجين وقد عرفت ان الاكسجين = ١٦ والزئبق ٢٠٠ واذا اردت ان ادل على كلسيوم اكسيدا كتب كلس ا وقد عرفت ان الكلسيوم = ٤٠ والاكسجين = ١٦ فيكون وزن كلسيوم اكسيد التركيبي ٥٦ وزن ا يدل على زنك اكسيد اي ٦٥ زنك و١٦ اكسجين والمجتمع ٨١ وهـ٢ ا يدل علي الماء لانهُ مركب من جزئين من الهيدروجين وجزءٍ واحدٍ من الاكسجين وزناً والمجتمع = ١٨ اي ١٨ جزءَ ماء بالوزن

(٨٥) قد يتولَّد من تركيب عنصرين عدةُ مركَّبات واذ ذاك فلا بد ان تكون على نسبة اوزانها التركيبيَّة او على نسبة مضروب تلك الاوزان مثال ذلك انهُ يتولد من تركيب الاكسجين مع النيتروجين خمس مركبات

(١) المركَّب الاول هو اكسيد النيتروجين الاول اي ٢٨ جزءًا من النيتروجين و١٦ جزءًا من الاكسجين ونُكتَب العبارة الدالة عليهِ ن٢ ا١

(٢) الثاني هو اكسيد النيتروجين الثاني اي ٢٨ جزءًا من النيتروجين و٢ × ١٦ = ٣٢ جزءًا من الاكسجين فتكتُب عبارتهُ ن٢ ا٢

(٣) الثالث اكسيد النيتروجين الثالث اي ٢٨ جزءًا من النيتروجين و٣ × ١٦ = ٤٨ جزءًا من الاكسجين ونكتب عبارتهُ ن٢ ا٣

(٤) الرابع اكسيد النيتروجين الرابع اي ٢٨ جزءا من النيتروجين و١٦×٤ = ٦٤ جزءا من الاكسجين فتكتب عبارته ن٢ ا٤

(٥) الخامس هو اكسيد النيتروجين الخامس اي نيتروجين ٢٨ جزءا و١٦×٥ = ٨٠ جزءا من الاكسجين فتكتب عبارته ن٢ ا٥

ولا يمكن ان يتركب مركب من الاكسجين والنيتروجين ان لم يكن الاكسجين ١٦ جزءا او مضروب ١٦ جزءا والنيترجين ١٤ جزءا او مضروب ١٤ جزءا فلو مزجت ٢٨ جزءا من النيتروجين مع ٢٠ جزءا من الاكسجين لتركّب النيتروجين مع ١٦ جزءا منها وتنفصل اربعة اجزاء بلا تركيب

لنا مما تقدم هاتان القاعدتان

(١) العناصر تتركب بعضها مع بعض على نسبة ثابتة والاعداد الدالّة على تلك النسب سُمِّيت اوزانها التركيبية او للاختصار اعدادها

(٢) اذا تولّد من عنصرَين اكثر من مركَّب واحد تكون اجزاؤهما او اجزاء احدهما مضروب الوزن التركيبي او مضروب العدد الدال على ذلك الوزن لذلك العنصر

(٨٦) مما تقدم تُدرِك معنى المعادلة الكيمياوية اي العبارة المختصرة الدالة على تركيب مركّب وعلى التغيّرات والتبدلات

الحادثة بين المواد المركبة او البسيطة الداخلة في تركيبهِ مثال
ذلك انهُ في العملية (٤٠) حاولنا استخراج الحامض النيتريك من
ملح البارود اي پوتاسيوم نيترات بواسطة الحامض الكبريتيك
ولاجل استعلام الكمية اللازمة من كل شكل حتى لا نقع خسارة
في العمل ولمعرفة التغيرات الحاصلة يقتضي اولاً ان تكتب
العبارة الدالة على پوتاسيوم نيترات وهي پ ن ا٣ اي فيهِ ثلاثة
عناصر پوتاسيوم او پ = ٣٩ ونيتروجين او ن = ١٤ وثلاثة
اوزان آكسجين اي ٣ × ١٦ = ٤٨ او ا٣ والحامض الكبريتيك
عبارتهُ ه٢ ك ا٤ اي فيهِ وزنان من الهيدروجين ٢ × ١ = ٢
ووزن من الكبريت ٣٢ او ك واربعة اوزان آكسجين ١٦ × ٤
= ٦٤ او ا٤ ثم عند وضع الحامض الكبريتيك على الپوتاسيوم
نيترات يذهب نصف الهيدروجين الذي في الحامض الكبريتيك
يحلُّ محلَّ كل البوتاسيوم پ فتتولد مادَّتان جديدتان وهما ه ن
ا٣ او الحامض النيتريك الذي يستقطر على هيئة سيال اصفر
اللون و پ ه ك ا٤ اي كبريتات الپوتاسيوم الباقي في الانبيق
على هيئة ملح ابيض وهذه التبديلات يدلُّ عليها بهذه العبارة

بعد التبديل		قبل التبديل	
پوتاسيوم كبريتات	حامض نيتريك	حامض كبريتيك	ملح البارود
پ ه ك ا٤ +	ه ن ا٣ =	ه٢ ك ا٤ +	پ ن ا٣

ومن هذه العبارة ترى اننا لم نخسر شيئاً من المواد المستعملة

ووزن الحامض النيتريك الذي جمعناهُ مع وزن كبريتات البوتاسيوم الباقي في الانبيق يعدل وزن ملح البارود مع وزن الحامض الكبريتيك اللذين استخدمناهما وهكذا اذا كتبنا الاعداد الدالة على هذه العناصر مثاله

٣٩+١٤+٤٨ و ٢+٣٢+٦٤=١+١٤+٤٨ و ٣٩+١+٣٢+٦٤

١٠١ + ٩٨ = ٦٣ + ١٣٦

ومن هذه العبارة استدلُّ على ان ١٠١ جزء بالوزن من ملح البارود و ٩٨ جزءًا بالوزن من الحامض الكبريتيك تولد ٦٣ جزءًا بالوزن من الحامض النيتريك ولا يذهب شيءٌ من الملح ولا من الحامض سدًى

ولو قيل كم من ملح البارود وكم من الحامض الكبريتيك يلزم لاستحضار عشرة ارطال من الحامض النيتريك لقيل ٦٣ : ٩٨ :: ١٠ : ١٥٫٥ حامض نيتريك و ٦٣ : ١٠١ :: ١٠ : ١٦٫٢ من ملح البارود

مثال آخر. ذُكِرَ في العملية (١٧) ان ان الهيدروجين يُستحضَر باضافة حامض كبريتيك الى الماء وبرادة الزنك و يُدَلُّ على التغيرات الحاصلة بهذه العبارة

زن + ﻫ٢ ك ا٤ = ﻫ٢ + زن ك ا٤

زنك وحامض كبريتيك تصير هيدروجين وزنك كبريتات

٦٥ و ٢ + ٣٢ + ٦٤ تعطي ٢ و ٦٥ + ٣٢ + ٦٤

٦٥ زنك و٩٨ حامض كبريتيك ٢ هيدروجين و١٦١ كبريتات الزنك

اي اذا اخذت ٦٥ رطل زنك و٩٨ رطل حامض كبريتيك احصل على رطلين من الهيدروجين و ١٦١ رطلاً من كبريتات الزنك

مسئلة . كم من الحامض الكبريتيك وكم من الزنك يقتضي لتحصيل ٤٠ رطلاً من الهيدروجين

على قياس العبارات المتقدم ذكرها يُعبَّر عن كل مركَّب ويُستدَلّ على التغيرات والتبديلات الحاصلة في استحضار ذلك المركَّب اي يعلَّل عن فعل كل مادة او كل عنصر ومطلوب الكيماوي هو معرفة الاوزان التي عليها تتركب المواد المختلفة بعضها مع بعض واذا تعين ذلك مرّةً بالتدقيق ثبت لان قواعد التركيب مثل سائر النواميس الطبيعيّة ثابتة غير قابلة

انتهى الجزء الثاني

ويتلوه الجزء الثالث